

UNIVERSIDAD DE SEVILLA
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE SEVILLA
ETSAS

**PREFABRICACIÓN DE VIVIENDA COLECTIVA.
LIGEREZA, APILAMIENTO Y FLEXIBILIDAD**

FERNANDO SUÁREZ CORCHETE, ARQUITECTO

DIRECTOR

FRANCISCO JAVIER TERRADOS CEPEDA

Mayo de 2017

PREFABRICACIÓN DE VIVIENDA COLECTIVA. LIGEREZA, APILAMIENTO Y FLEXIBILIDAD.

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

METODOLOGÍA

PATIO 2.12

TRISTAN DA CUNHA

ESTADO DE LA CUESTIÓN

CONCLUSIONES – PROTOTIPO DE VIVIENDA COLECTIVA

1. ¿POR QUÉ BUSCAMOS LA DENSIDAD?

1. FORMAS DE CONCEBIR LA URBANIDAD

Vivir dentro: la ciudad

Vivir arriba: la torre

Vivir en el borde: la periferia

Vivir fuera: el campo

2. MOTIVOS PARA BUSCAR UNA DENSIFICACIÓN

Crisis de la vivienda en la ciudad jardín

Una movilidad insostenible

El poder de la individualidad

3. TIPOS DE CIUDAD

La ciudad moderna

La ciudad dispersa

La ciudad expansiva

El corazón de la ciudad

La ciudad reciclada

Conclusiones

4. LA CIUDAD Y LA VIVIENDA COLECTIVA, MODELOS DE AGREGACIÓN

La unidad de habitación homogénea alta

La unidad de habitación homogénea baja

La unidad de habitación mixta

2. VIVIENDA SOCIAL EN ESPAÑA Y EL CONTEXTO URBANÍSTICO

1. CIUDAD Y VIVIENDA TRAS LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

La Revolución Industrial

La Carta de Atenas

2. LA VIVIENDA SOCIAL DE PRINCIPIOS DEL SIGLO XX

Las Casas Baratas

3. LA VIVIENDA DE LA POSGUERRA: UNA REVISIÓN DE LA LEGISLACIÓN

El Instituto Nacional de la Vivienda (INV) y la Obra Sindical del Hogar (OSH)

Los años cuarenta. En la búsqueda de un modelo de vivienda social

4. LA APERTURA ARQUITECTÓNICA DE ESPAÑA DE LOS CINCUENTA

Cambios normativos

Algunas actuaciones singulares

Poblados de absorción y poblados dirigidos

5. LOS SESENTA: GRANDES PROYECTOS PROMOVIDOS POR LOS PLANES PARCIALES

Nuevo Ministerio de Vivienda

Las Unidades Vecinales de Absorción de Madrid (UVA)

6. EL HOGAR DEL EMPLEADO

Viviendas para la clase media

6. EL INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZACIÓN (INC)

Una modernidad rural y plástica

7. LAS POLÍTICAS DE VIVIENDA SURGIDAS EN LA DEMOCRACIA

Las oportunidades de los ochenta

3. LA CONSTRUCCIÓN EN ALTURA - EL MÓDULO APILABLE

1. LA CIUDAD RADIANTE Y LAS UNIDADES DE HABITACIÓN DE LE CORBUSIER

La casa Dominó y la casa Citrohan

La ciudad contemporánea y los inmuebles villa

La ciudad radiante

El pabellón suizo

La unidad de habitación de Durand

La unidad de habitación de Marsella

2. SUPERESTRUCTURAS DE YONA FRIEDMAN

3. LAS MEGAESTRUCTURAS DE LOS METABOLISTAS

Noboru Kawazoe

Kiyonori Kikutake

Noriaki Kurokawa

Kenzo Tange

Arata Isozaki

5. MEGAESTRUCTURAS BAJO SISTEMAS PLUG-IN Y APILABLES

Plug-in frente a apilamiento

Cedric Price

Archigram

Justus Dahinden: estructuras urbanas para el futuro

Justus Dahinden: Radio City (Ciudad Radial) 1970

Habitat 67

6. ESTRUCTURAS APILABLES DE BAJA DENSIDAD

Oriental Masonic Gardens

7. EJEMPLOS RECIENTES DE ESTRUCTURAS APILADAS

Murray Grove

Raines Court

112 Viviendas Protegidas en el barrio 'El Polvorín' en Barcelona

Spacebox, residencia de estudiantes

Stadthaus

Compact Habit

Modultec

Micro-apartamentos New York

Conclusiones

4. LA FLEXIBILIDAD DESDE EL DISEÑO DE SOPORTES DE J. HABRAKEN

1. LA NECESIDAD DE LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA

El nacimiento del SAR

Antecedentes

2. TEORÍA DE SOPORTES Y UNIDADES SEPARABLES. CONCEPTOS BÁSICOS

Un soporte no es un armazón estructural. Las unidades separables no son componentes de relleno

Dos formas de producción

Criterios sociales

Orientar al residente

El soporte es un problema de diseño

Soportes y unidades de viviendas

La necesidad de identificación. Estilos de vida

Nuevas posibilidades tecnológicas

La familia cambiante

Principios en el diseño de los soportes

3. DISEÑO DE UN SOPORTE

Zonas y márgenes

Distribución de zonas y componentes estructurales

Crítica y pertinencia

4. EVALUACIÓN DE SOPORTES REALIZADOS POR EL DOCTORANDO

5. FLEXIBILIDAD

1. LOS INICIOS DE LA FLEXIBILIDAD EN EL SIGLO XX

Edificio de veinticuatro viviendas de Mies van der Rohe

Edificio de dos viviendas. Le Corbusier

2. LA FAMILIA CAMBIANTE, ¿POR QUE BUSCAMOS LA FLEXIBILIDAD?

La vivienda funcionalista de la familia nuclear

La crisis de la familia nuclear

La crisis de la vivienda tipo funcionalista

3. EN BUSCA DEL CONCEPTO "FLEXIBLE"

En busca de la flexibilidad

Cambiar la forma del espacio doméstico

Cambiar el uso del espacio doméstico

Cambios de forma y de uso del espacio doméstico

Sobre el funcionalismo

La emergencia del hogar

Flexibilidad y emergencia

4. LA FLEXIBILIDAD DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR

Configuración física y flexibilidad de uso

Cambios de distribución

Cambios inmediatos

Planta indeterminada

Cambios de superficie habitable

Ampliación superficie dentro de contenedor inicial

Ampliación de superficie por agregación de módulos

Perfectibilidad

Elemental, Alejandro Aravena

Antecedentes: PREVI, Lima

Construcción por elección del usuario, open building

5. ESTRATEGIAS DE FLEXIBILIDAD Y POLIVALENCIA

Diafanidad y compartimentación: la caja y el estuche

Diaphanidad y compartimentación: el soporte y el relleno

La planta libre, el pavé y la plage

Les Marelles: el intento de la flexibilidad total

Bandas activas

Tabiques móviles

Muros y forjados activos

Recorridos circulares: enfilades

La casa matriz

La planta neutra

La habitación satélite

Habitaciones con acceso independiente

El gran vestíbulo

El cuarto de estar dividido

6. LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA - EL MÓDULO HELE

1. REDES Y RITMOS ESPACIALES

Rafael Leoz

Redes espaciales

Ritmos espaciales

El módulo Hele

2. EJEMPLOS DE REDES ESPACIALES DE RAFAEL LEOZ

Embajada española de Brasilia

Viviendas sociales de Torrejón de Ardoz

3. OTROS EJEMPLOS METABOLISTAS CON REDES ESPACIALES

Bloque de apartamentos en Ratman Gan

Células espaciales triangulares

Ciudad tetraédrica

Jeux de construction

Intrapolis

7. INDUSTRIALIZACIÓN

Definición

Ventajas de la construcción industrializada

1. PREPARACIÓN TECNOLÓGICA LATENTE

Materiales

Innovación

2. LA ERA DE LA MÁQUINA

Respuesta de la arquitectura en la 'era de la máquina'

Rigor constructivo

Relación entre proyecto e industrialización

Expansión

3. LA COORDINACIÓN DIMENSIONAL

La arquitectura modular

Geometría y materialización

Orden y belleza

Intemporalidad del orden dimensional

Industrialización y coordinación dimensional

La geometría constructiva

La modulación en el proyecto

Modular como técnica de proyecto

El concepto del 'módulo objeto'

Regulación

Utilidad, con flexibilización

La 'coordinación dimensional' como herramienta de lenguaje

En relación a la perfectibilidad

El concepto de 'espacio fuelle'

4. CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA A BASE DE COMPONENTES LIGEROS

Objetivos

Niveles de construcción a base de componentes industrializados

Industrialización abierta

Compatibilidad universal
Algunos ejemplos de industrialización abierta

5. CONCLUSIONES, VIABILIDAD

Relación entre industria y construcción, estado actual

Objetivos

6. LA 'TECNIFICACIÓN' DEL MÓDULO. EL MÓDULO EQUIPADO

Punto de partida, la casa sin instalaciones

Antecedentes

Las necesidades técnicas de la vivienda, la casa pragmática

En búsqueda de la salubridad e higiene de los espacios tecnificados.

Disminución del tamaño. En búsqueda de la vivienda mínima.

Nuevo hábitat.

Inicio de las instalaciones en la vivienda

Difusión de la técnica, años '50

Vivienda-electrodoméstico

En cuanto a los muebles - vivienda

Años 70 - High Tech

El espacio tecnificado actual

Industrialización de las instalaciones domésticas

Condiciones de diseño de los módulos

Agrupación de locales especializados

Sumar es más fácil que restar

Configuración espacial de las instalaciones en los módulos

Muros equipados

Las islas. Concepto Islas en patio 2.12

8. PREFABRICACIÓN

Concepto, definición

1. LA PREFABRICACIÓN PESADA A GRAN ESCALA EN EUROPA

Los paneles de hormigón, primeras pruebas

Producción masiva

2. LOS MÓDULOS 3D PESADOS

Implantación y desarrollo

Cambio de escenario y crisis

Características constructivas

Actualización, vigencia del sistema

Impresión 3d

3. PREFABRICACIÓN LIGERA

Inicios en Estados Unidos

Producción en serie

Frente a la obra de hormigón, montaje ligero y en seco

4. MÓDULOS TRIDIMENSIONALES LIGEROS

Ventajas

Características constructivas

Sistemas de producción flexibles

Condicionantes relacionados con el tamaño de los módulos

Otras soluciones: traslado 2d/3d

5. ACTUALIDAD DE LAS VIVIENDAS MODULARES PREFABRICADAS

Difusión

Comercialización

Otras aplicaciones

Conclusiones

Prefabricación como modelo de futuro

9. SOSTENIBILIDAD

1. SENSIBILIDAD AMBIENTAL

El pesimismo ecológico de la década de los sesenta

Cómo era la arquitectura antes de la revolución industrial

La influencia de la arquitectura del Movimiento Moderno

La crisis de la energía de 1973

Sensibilidad ambiental

2. DISEÑO EFICIENTE

Diseño energético moderno

Respuestas a la universalización, el regionalismo crítico

Antecedentes (clásicos) de prefabricación sostenible

3. PROTECCIÓN PASIVA, DISEÑO

La protección solar de los huecos

Construcción sin inercia

Espacios amortiguadores

Otros factores

La compacidad

La ventilación

La humedad

El patio

El patio moderno

La terraza

4. EN RELACIÓN A LOS MATERIALES: CERRAR EL CICLO

Los problemas del uso del hormigón

En búsqueda de materiales sostenibles

La especialización (optimización) de los materiales

Consumo energético en la producción

La madera (y otros materiales naturales)

Paneles estructurales de madera laminada

Materiales y técnicas locales

La construcción responsable. Las posibilidades de la prefabricación, ventajas.

La huella ecológica y el ciclo de vida

Re.duce / Re.use / Re.cycle

Cierre de ciclo de los materiales

5. INSTALACIONES Y EFICIENCIA

Energía activa

Energía solar

Sun houses

Fachadas inteligentes

Criterios de diseño eficiente, emisiones cero

Instalaciones de aprovechamiento activo

Ejemplos viviendas de vacaciones autosuficientes

INTRODUCCIÓN

El autor de las líneas que siguen ha consumido gran parte de su experiencia docente como profesor de Proyectos Arquitectónicos especializado en la enseñanza de la vivienda (curso 2º). Asimismo, dentro de su trayectoria profesional, ha ocupado un lugar de honor su especialización en vivienda colectiva. En el terreno de la investigación, las cuestiones relativas a la vivienda prefabricada han ocupado un gran protagonismo. En esta línea, el autor coordinó la investigación de la traducción del Prototipo Patio 2.12 de la competición internacional Solar Decathlon 2012 a su aplicación a vivienda colectiva prefabricada y ha sido redactor de uno de los proyectos seleccionados en concurso de ideas internacional para resolver la cuestión residencial en la isla Tristán da Cunha, la más remota del mundo, usando elementos prefabricados.

Todo ello le ha hecho ser consciente de que la vivienda colectiva se encuentra con una situación de retraso respecto a la unifamiliar en cuanto a la formulación de sistemas innovadores de prefabricación ligera. Si bien la segunda mitad del siglo XX, especialmente en el período de entreguerras, contempló la proliferación de experiencias de construcción industrializada con sistemas pesados en vivienda colectiva, han sido muy escasas las experiencias en industrialización ligera. Por el contrario, la vivienda unifamiliar cuenta con una historia extensa y continuada de propuestas de industrialización ligera tanto teóricas como prácticas.

Por otro lado, nos encontramos en un momento de la investigación académica en Arquitectura donde se está comenzando a poner en valor la capacidad del proyecto como instrumento de investigación, alternativa o complementaria a los análisis convencionales de la obra construida o proyectada, los cuales se basan en la indagación histórica o documental. Bajo determinadas condiciones, la propia elaboración de un proyecto o de una obra concreta puede considerarse un territorio muy fructífero de investigación, donde se vislumbren problemas y soluciones a éstos que pasarían inadvertidos a un escrutinio investigador convencional. A partir de esta consideración, en este trabajo se toma partido por incluir la elaboración de un proyecto prototípico como herramienta de descubrimiento y discernimiento de los problemas y las soluciones que pueden ir aparejadas al propio proyecto de vivienda industrializada colectiva.

OBJETIVOS

El presente trabajo se propone hacer avanzar la investigación acerca de las posibilidades de industrialización ligera de la vivienda colectiva en el entorno meridional-mediterráneo, habida cuenta de las carencias que se detectan en este territorio del conocimiento con respecto a lo nutrido de las experiencias similares en el campo de la vivienda unifamiliar.

Para ello, se propone detectar los principales problemas que, tanto a nivel conceptual como práctico, han supuesto una limitación de este desarrollo. La investigación no acotará el rango de estos problemas, que podrán ser desde conceptualmente genéricos hasta concretos, de detalle o constructivos. La identificación de estos problemas habrá de conducir a la formulación de soluciones o de, al menos, un conjunto de buenas prácticas que permitan afrontarlos y hacer más viable la introducción de la industrialización en la vivienda colectiva.

Una de las premisas de la forma en que se va a investigar es que el proceso incluirá la elaboración de un proyecto-prototipo como herramienta complementaria para la detección y solución de los interrogantes planteados. La investigación tendrá además, en relación a esta práctica, un objetivo secundario: analizar y discutir las posibilidades del propio Proyecto de Arquitectura como herramienta útil de investigación, como medio de hacer avanzar el conocimiento, al nivel más general posible pero con un sentido práctico y aplicado.

El hecho de que se trate no de un proyecto para un lugar o un programa específico, sino más bien del de un prototipo que materializa respuestas a premisas lo más generales posible, ha de redundar en lo útil de las conclusiones respecto a futuros desarrollos. No obstante, dados los escasos precedentes del uso de proyectos genéricos como herramientas de investigación académica en arquitectura, los resultados de este trabajo han de alumbrar un esclarecimiento de las posibilidades y los límites de este método.

METODOLOGÍA

Esta investigación tomará como punto de partida el estado alcanzado por las propuestas tanto teóricas como construidas de vivienda unifamiliar industrializada ligera para analizar los aspectos por los cuales la vivienda plurifamiliar no ha alcanzado el mismo nivel de desarrollo, tratando de vislumbrar caminos de innovación en este desarrollo. Al mismo tiempo, se indagará sobre las principales consecuencias de la opción de agrupar las viviendas en el contexto conceptual moderno (densidad, apilamiento y flexibilidad), de forma que se pueda discernir qué aspectos de estos conceptos – desarrollados ampliamente en la tradición moderna – siguen vigentes en la actualidad, cuales resultan obsoletos y cuales debieran ser adaptados. Reformular con precisión estos conceptos ha de servir de base a la propuesta teórica del prototipo proyectual que se pretende.

En este proceso de establecer las premisas más útiles para formular un prototipo de vivienda colectiva industrializada será necesario asimismo definir con precisión que se entiende en la actualidad por industrialización y prefabricación, conectando este entendimiento con las propuestas modernas más relevantes, de forma que se puedan reformular los términos de manera más fructífera posible, atendiendo a las condiciones actuales del entorno productivo y tecnológico.

Asimismo, como en ninguna arquitectura, no se puede entender que una propuesta como la que se pretende pueda elaborarse de forma totalmente universal, apta para todos los ámbitos geográficos. Por tanto, el estudio se particulariza para lo que denominamos “contexto meridional” que podría concretarse situándolo en el ámbito mediterráneo, del Sur de Europa. Andalucía podría elegirse como la región de estudio, a la hora de elaborar las premisas que tengan que ver con la sostenibilidad ambiental (que incluye la reflexión sobre el ahorro energético, la huella ecológica y los sistemas pasivos de responder al clima). El proceso de investigación ha de incluir la indagación sobre cómo los ingredientes de la sostenibilidad ambiental afectan a la definición de las premisas de la propuesta.

Con estos antecedentes teóricos, la investigación estará en condiciones de definir las condiciones de contorno de prototipo de estudio: un “programa de necesidades”, en sentido amplio, del proyecto de ejecución que ha de elaborarse. Sólo así este proyecto tendrá sentido, si atiende e intenta resolver las cuestiones más problemáticas del campo

de estudio escogido (la vivienda colectiva industrializada mediterránea). Se pretende que el proyecto abarque todas las escalas y todos los aspectos arquitectónicos del problema; desde la definición general del objeto arquitectónico hasta el detalle constructivo, pasando por las cuestiones que tienen que ver con las instalaciones, los sistemas pasivos, el mantenimiento o la economía de las soluciones.

De la elaboración, el análisis y la evaluación del prototipo proyectual habrá de derivarse el resultado concreto de innovación del trabajo: detectar las dificultades de este tipo de construcción y de ese tipo de Proyectos, proponiendo soluciones genéricas a los problemas más previsibles, buenas prácticas y desarrollos futuros. Estos resultados tratan de ser concretos, fácilmente trasladables a otros procesos proyectuales similares.

PATIO 2.12

Se recoge la participación en el concurso internacional Solar Decathlon Europe 2012, con el prototipo de vivienda PATIO 2.12.

Patio 2.12 es el prototipo de vivienda prefabricada, sostenible y autosuficiente energéticamente, diseñado por Andalucía Team para participar en la competición internacional Solar Decathlon Europe 2012, que se celebró en Madrid en septiembre 2012.

Introducción

Solar Decathlon Europe es una competición universitaria internacional que impulsa la investigación en el desarrollo de viviendas eficientes. El objetivo de los equipos participantes es el diseño y construcción de casas que consuman la menor cantidad de recursos naturales, y produzcan un mínimo de residuos durante su ciclo de vida. Se hace especial hincapié en reducir el consumo de energía, y obtener toda la que sea necesaria a partir del sol.

En origen, el Solar Decathlon nació como un concurso internacional de arquitectura e ingeniería patrocinado por el Departamento de Energía de los Estados Unidos y el Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL) (La primera edición fue en 2002). El Solar Decathlon Europe nació de un acuerdo entre los gobiernos de Estados Unidos y España, y adapta las exigencias del concurso a la realidad del contexto europeo. La primera edición se hizo en Madrid en el año 2010.





Andalucía Team

Andalucía Team es un equipo de más de 20 profesores y otros tantos alumnos de las Universidades de Sevilla, Granada, Málaga y Jaén, que representó a Andalucía y España en Solar Decathlon Europe 2012, ofreciéndole la oportunidad de situarse con fuerza en el ámbito internacional. Entre los objetivos del equipo andaluz, que aunó a investigadores de las tres escuelas de Arquitectura andaluzas y de la Politécnica de Jaén, estuvo el de alcanzar la excelencia del conocimiento en el ámbito de la vivienda sostenible y posicionarse como referente en el ámbito de la arquitectura doméstica de vanguardia y de las energías renovables. La introducción de la «marca Andalucía» en el sector de la vivienda tiene aquí como horizonte proponer un nuevo modelo de vivienda sostenible, tanto desde el punto de vista energético, como social y económico, permitiendo el desarrollo de una nueva vía para el futuro del sector de la vivienda en Andalucía.





Concepto

Patio 2.12 constituye un nuevo concepto de vivienda modular autosostenible basada en el concepto de «kit de espacios» y de «escala intermedia de prefabricación», generando un espacio doméstico a partir módulos que no son ni la casa en su totalidad, ni un componente constructivo, ni una habitación sino un conjunto habitacional (un conjunto de usos compatibles). El prototipo propone una alternativa de espacio doméstico mediante la adición de «pabellones» en torno a un espacio intermedio, el «patio», que recibe las dilataciones de las estancias que lo rodean, no necesitando la compartimentación mediante tabiques.

Patio 2.12 es una vivienda prefabricada que supone una revisión contemporánea de la arquitectura tradicional andaluza, a la que se incorporan las nuevas tecnologías relacionadas con la producción y ahorro de energía. Es una casa de unos 70 m² útiles, que puede albergar de 2 a 4 personas y que se genera a partir de la adición de cuatro módulos prefabricados en torno a un espacio común, el patio. Éste establece un adecuado tránsito entre el exterior y el interior, permite graduar las condiciones de confort (temperatura, humedad, luces y sombras) y actúa como verdadero espacio de relación. Cada módulo habitacional, por su parte, acoge varias funciones propias de la vivienda,

tales como estar-estudiar, cocinar-comer, descansar-asesarse y gestionar la energía y los sistemas domésticos.

Vivienda flexible

De esta manera, se desarrolla la posibilidad del diseño por elección, posibilitado por el kit de espacios. El usuario podría disponer previamente al montaje de la casa de una relación de habitaciones disponibles, ya acabadas, y usar su apetencia para disponerlas como si de un juego se tratara, colocando las aperturas al espacio exterior, así como los volúmenes más altos según convenga.

Se trata de un sistema flexible que, mediante la combinación de módulos habitacionales fijos con un elemento elástico (el patio tecnológico central), consigue, sin perder la característica de ser un sistema prefabricado, la realización de viviendas flexibles, adaptables y atractivas.

El sistema puede ser adecuado para situaciones que necesitan de nuevas soluciones, como la vivienda temporal o de emergencia (por ejemplo para trabajadores temporeros), la vivienda en entornos sin infraestructura, los conjuntos residenciales autosuficientes energéticamente, las residencias de estudiantes, etc.

Patio tecnológico

El patio es el elemento flexible del prototipo, donde se dilatan las funciones de todas las piezas a él asociadas y en donde se establece una relación entre el exterior y el interior que permite una gradación en las condiciones de confort. En el patio (en este caso un patio tecnológico) se pueden recrear las condiciones más agradables de la estancia mediterránea modulando la luz y la sombra, la humedad, la temperatura, los olores y los sonidos.

Es útil para ello una relectura de los materiales tradicionales como son la cerámica y la madera, empleados tanto en el revestimiento exterior como en la estructura de los módulos y la aplicación de componentes de última generación que mejoran el comportamiento energético de la vivienda. Por un lado, se emplean nuevos materiales integrados en los cerramientos que incrementan, sin aumento de masa, la inercia térmica. Por otro lado, se desarrolla un sistema de apergolado del patio que le da sombra.

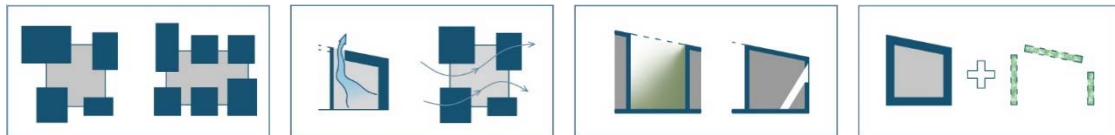
También, se distingue claramente en la vivienda el concepto del "patio variable" ya que se puede adaptar la forma a la que el cliente quiera demandar, así como a las diferentes situaciones en la que se tenga que adaptar la vivienda. Esto da pie a una gran ventaja

en cuanto al concepto de flexibilidad. Comercialmente el concepto de patio + módulos habitacionales puede llegar incluso a tener distintas adaptaciones de usos.

El patio también se produce en fábrica en piezas ensamblables en 2D y se transporta para ser montado en obra. El patio otorga a la vivienda una permeabilidad en recorrido y una correcta ventilación al distribuir los módulos de una forma separada. Hay que destacar la importancia del patio en la vivienda patio 2.12, como espacio intersticial, espacio de respiro y espacio único en una vivienda prefabricada que puede aportar una gran demanda en el mercado así como un concepto de bienestar y calidad de vida en el interior de la vivienda.

El patio a su vez, es concebido como un elemento exterior / interior, un elemento que térmicamente sirve de transición en el interior de la vivienda, un espacio que se adapta y sirve de colchón térmico en los meses de verano e invierno.

Si diésemos un salto a la gran escala existen ejemplos en los que el patio como elemento intermedio entre el exterior y el interior ha funcionado bien. Un patio templado, como el que planteó Kevin Roche en la Ford Foundation Headquarters de Nueva York (fig.xx), en la cual todo un bloque de oficinas daba a un patio acristalado de gran altura que hacía de colchón térmico y de respiro para los usuarios.



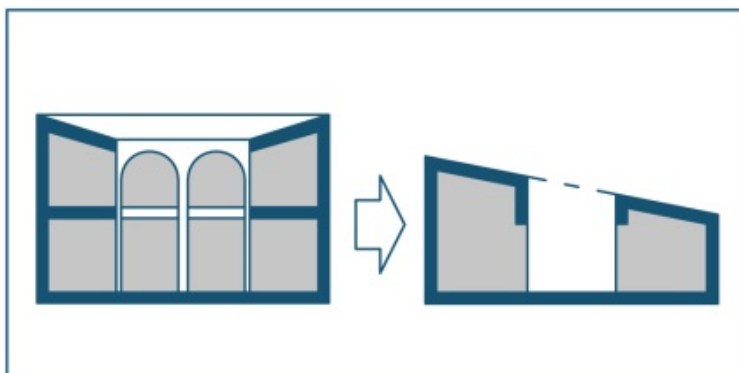
Integración cultural

Patio 2.12 rescata las virtudes del modo de vida mediterráneo y propone una relectura de los espacios y de los materiales de construcción tradicionales. Como en la casa tradicional andaluza, el patio es también el corazón de la vivienda, acogiendo múltiples funciones y estableciendo una relación entre el exterior y el interior que permite graduar las condiciones de confort.

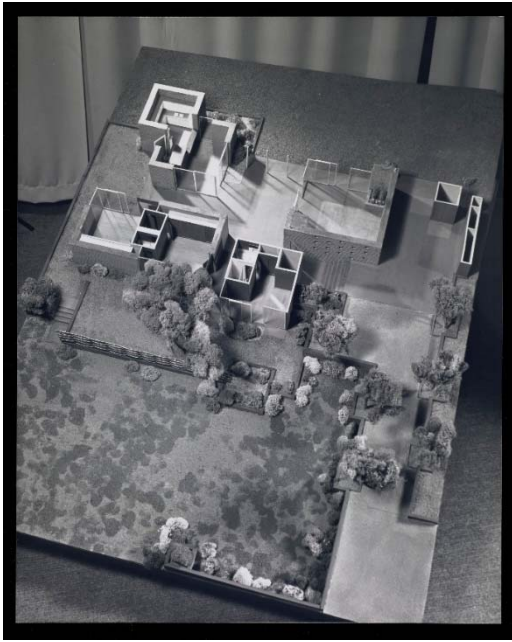
El prototipo tiene como prioridad el ahorro frente a la producción de energía proponiendo un compendio de sistemas pasivos. Las estrategias bioclimáticas del prototipo, referentes a la tradición mediterránea, se basan en el funcionamiento del «patio» como regulador térmico de forma diferenciada para invierno y verano.

Se acude además a una tradición histórica de la vivienda del mundo mediterráneo, el patio se considera como el corazón de la vivienda, es el espacio que se desmarca intencionadamente, que resulta de estar entre la disposición de los módulos y el contacto directo que existe con cada uno de las unidades habitacionales.

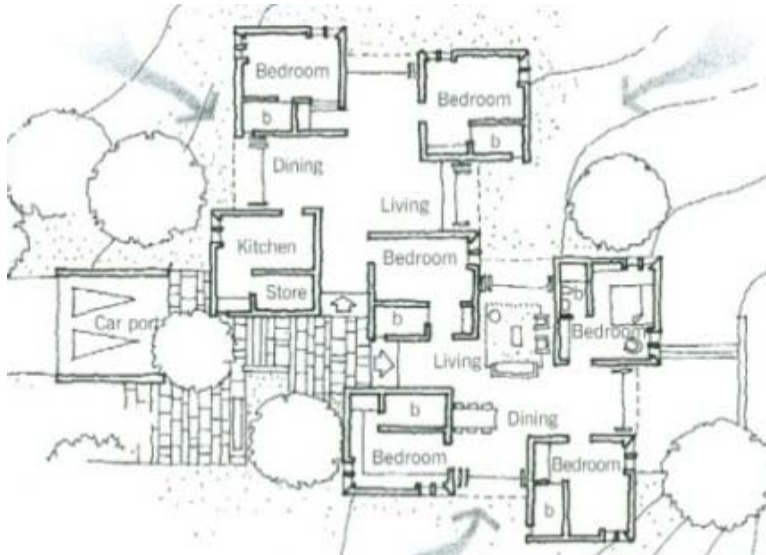
Ya se han podido ver a lo largo de la historia proyectos que han utilizado esta técnica del espacio centralizado como organizador de los distintos espacios. Esta técnica ha sido utilizada en la forma de investigar en la vivienda con anterioridad. Fue en 1945 cuando Whitney R. Smith diseñaba la Case Study House número 5 que finalmente no llegó a construirse, la casa se llamaba “Loggia House” y eliminaba espacios innecesarios y espacios secundarios como la entrada, el hall y siendo acogida con un patio o logia que distribuía los módulos que componían la casa. Por otra parte Charles Correa en sus propuestas de vivienda ya planteó composiciones en planta de espacios pormenorizados organizados por un espacio central que actuaba de patio.



Esquema casa-patio mediterránea



Loggia House, Case study house n°5. Whitney R. Smith, 1945



Charles Correa

Prefabricación e industrialización

Se desarrolla el concepto de prefabricación de vivienda a partir de la adición de espacios fijos prefabricados a un espacio variable, «el patio». El módulo habitacional se propone como el elemento (o espacio) de prefabricación intermedia cuyas dimensiones son las adecuadas para su transporte por carretera. De esta manera, se realiza un elevado trabajo de construcción en taller que permite un ahorro de tiempo en el montaje.

Patio 2.12. por tanto aporta un nuevo concepto en la prefabricación en la que aparecen una serie de espacios fijos (módulos prefabricados en fábrica) unidos a una parte variable

(el patio) que estará adecuado a las preferencias y a las demandas según el cliente así como el emplazamiento en el que se va a situar.

Patio 2.12 está altamente preparado el proceso de industrialización. Por una parte los módulos habitacionales están altamente prefabricados, el módulo se fabrica íntegramente en industria de forma que el suministro es directamente por transporte al lugar planteado. El módulo habitacional en industria alcanza un nivel elevado de calidad. Por tanto, la fabricación de estos módulos son con dimensiones compatibles con los actuales transportes por carretera.

Los módulos que componen Patio 2.12 llegan a un grado de industrialización completo. Tal es así, que incluso se diseña el mobiliario interior de cada uno de los módulos que componen la vivienda, siendo este un requisito más de proyecto. Eileen Grey ya en su obra tuvo una gran dedicación por la composición de los alzados de cada módulo prefabricado que mantenía siendo esta composición un proceso fundamental incluido en el proyecto.

Se podría denominar con distintos términos a cada uno de los muebles y armarios que componen la organización interior de los módulos a la hora de comercializarlos. De la fábrica los módulos habitacionales salen con las distintas cápsulas interiores que se patentan como Baño – Cápsula, Cocina – Isla, Rolling Sofá, o Muebles Cuadro que una vez fabricados en industria pueden tener aplicación a distintos usos y distintas aplicaciones teniendo además un mercado de garantías.

Por otra parte la ventilación que provoca el patio, así como el control de la temperatura y el control de la producción de energía permite que se mantenga autosuficiente la vivienda. Todo ello supone un ahorro en el precio de consumo de la vivienda, y unido a la reducción que supone que la casa esté totalmente fabricada en taller y que el proceso de construcción en el lugar es mínimo (es simplemente el de colocar los módulos), lleva a considerar patio 2.12 como un prototipo de precio bajo en relación a todas las ventajas que aporta. Además, los materiales que se emplean son tradicionales y su consumo energético es muy reducido, su precio es bastante bajo respecto a los materiales que existen en el mercado. Todo ello va a suponer un paso importante en la comercialización del prototipo.

Por otra parte, Patio 2.12, aporta un suministro completo en un periodo de tiempo muy pequeño, lo que conlleva una solución a demandas con exigencias urgentes o rápidas. Hay que decir también que el prototipo deja una huella ecológica nula, al estar montada (tras ser transportada sobre camión) sobre unos pies derechos que no dejan daño en el terreno existente una vez retirado. Este condicionante le da la condición de movilidad.

Esa movilidad permite a la vivienda a poder trasladarse y acompañar al habitante en sus cambios de vida. El concepto de patio y módulo acompaña al usuario permanentemente.



Patio 2.12 consigue pues un gran cúmulo de ventajas para el cliente, y tiene una serie de virtudes que le pueden llevar a obtener una gran aceptación en el mercado de la vivienda prefabricada. La combinación patio/módulo habitacional lleva a una gran riqueza espacial, así como una gran flexibilidad y confort en el interior.



Descarga módulos en Villa Solar



Montaje en Villa Solar

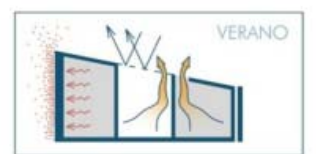
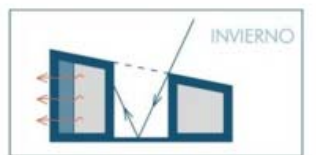
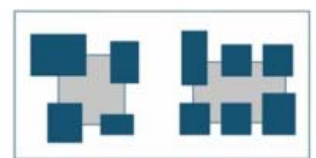
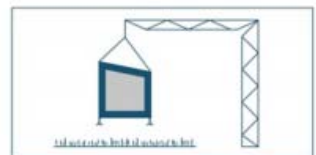
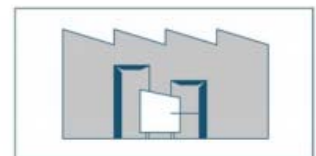


Revestimiento de módulos

Conceptos de diseño

Patio 2.12 tiene un alto grado de industrialización. Es la premisa fundamental para una correcta producción en serie por ello desde la fase más básica de proyección tiene muy en cuenta. La casa se produce en serie utilizando distintos módulos independientes en la cadena de montaje. Estos módulos son: cocina-comedor; salón-estar; dormitorio-baño e instalaciones. Una de las diferencias fundamentales con otros modelos de casas del mercado es que los módulos salen totalmente ensamblados y listo para su colocación y conexión en parcela. Un montaje y transporte en 3D de los módulos que garantiza una mayor fiabilidad del producto, junto con un transporte en 2D de la cubierta del patio.

De la combinación de los distintos módulos nacen infinidad de posibilidades en la tipología de vivienda. El elemento patio será el encargado de adaptar las distintas disposiciones de los módulos y otorgar una continuidad espacial entre ellos además de ser el espacio de esparcimiento de la vivienda y regulador térmico y lumínico.



Componentes (corteza, armarios, islas)

El prototipo está basado en tres componentes principales que se suman para crear una vivienda completa (módulos completos). Estos componentes son totalmente prefabricados en taller (tienen un grado de industrialización intermedio entre el componente básico de la industrialización abierta y el módulo totalmente acabado) para ser ensamblados donde el usuario desee, permitiendo una mayor personalización, normalmente ausente en viviendas prefabricadas.

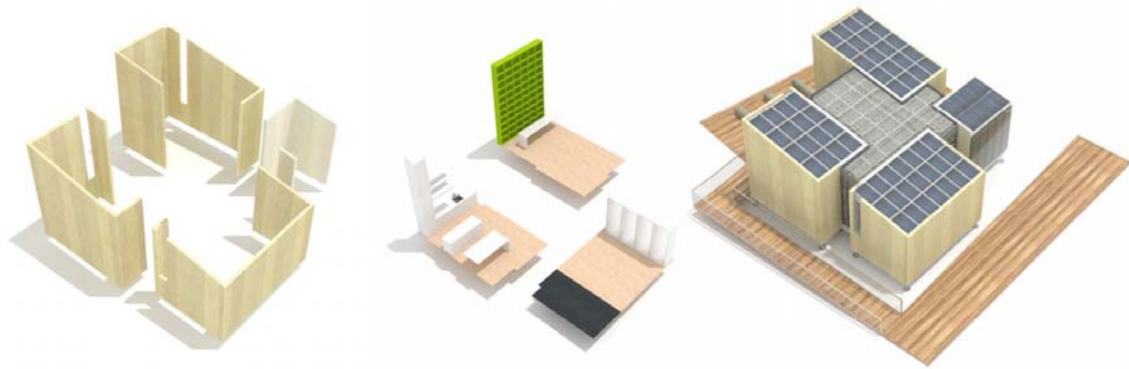
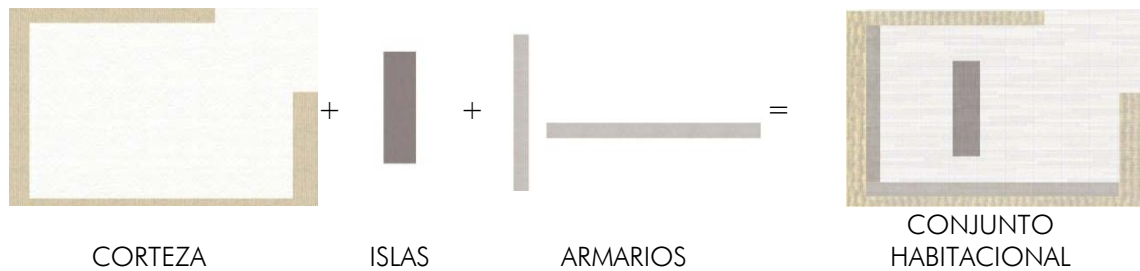
Los tres componentes son:

- CORTEZA
- ARMARIOS
- ISLAS

En primer lugar, la CORTEZA está, como se mencionó antes, completamente prefabricada en el taller. Incluye todos los materiales necesarios para crear el confort necesario en una casa. Se compone de la envolvente exterior e interior y la estructura portante, y se encuentra preparada para tener cualquier tipo de sistema instalado en ella. El siguiente factor importante es la idea de ARMARIO. Estos armarios son también prefabricados, conteniendo los elementos necesarios para que el sistema funcione correctamente. En otras palabras, interruptores, enchufes, rejillas de aire acondicionado, etc. Se pueden encontrar dentro de ellos. Son elementos independientes que clasifican y cualifican el espacio del módulo habitacional.

Por otra parte, las ISLAS, el último concepto principal, ayudarán a calificar el espacio dándole un uso, por ejemplo, la cocina o el baño isla. Estos son muebles prefabricados que contienen todo lo necesario para calificar un espacio. Estos conceptos, los armarios y las islas, también se pueden utilizar en cualquier otro espacio alternativo, no sólo en el prototipo. Por ejemplo, pueden ser utilizados para la reforma de edificios.

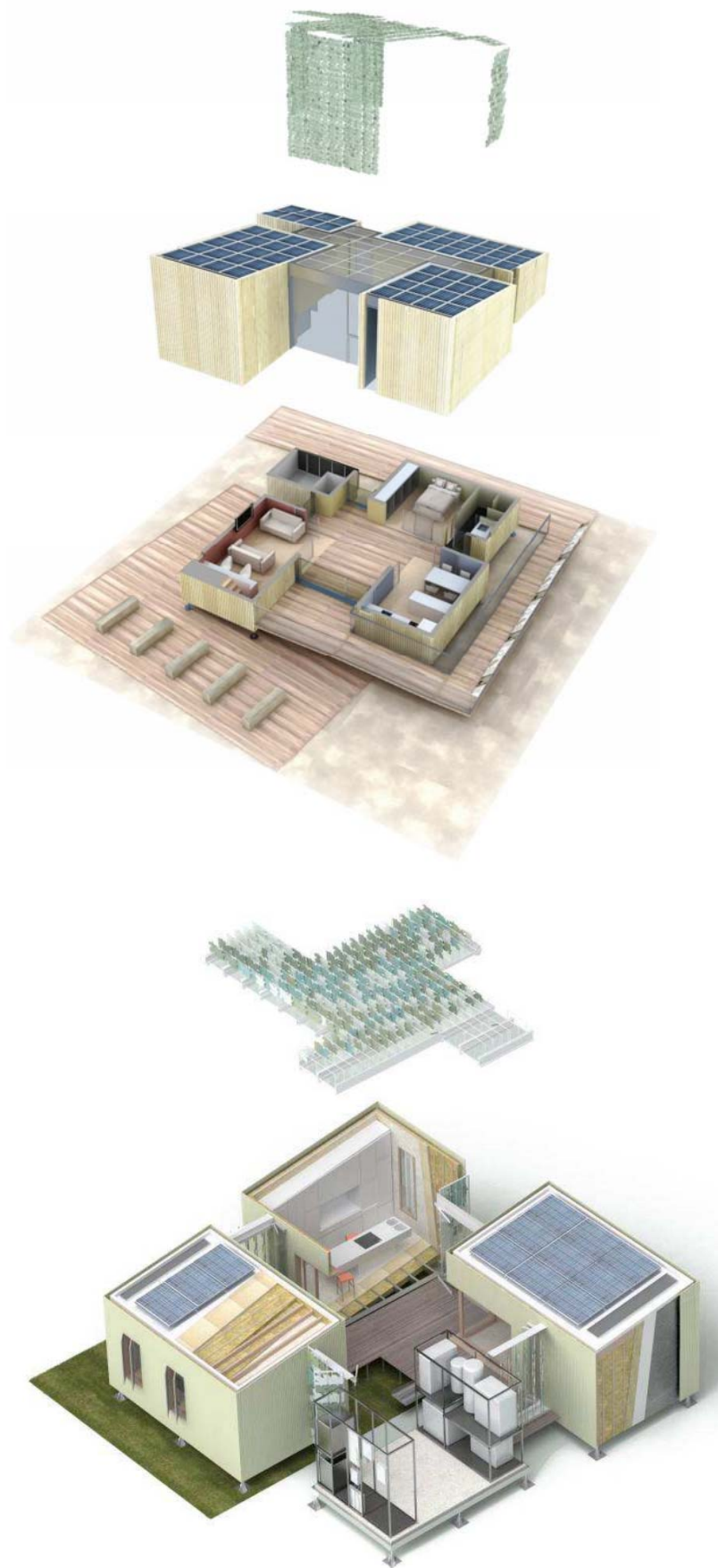
En este caso, el proyecto tiene como objetivo permitir al usuario personalizar su vivienda. Para estos diferentes rangos han sido diseñados, y que el usuario pueda ser capaz de elegir en función de sus necesidades y capacidad económica.



Grado industrialización.pdf, documento oficial concurso

El proceso de construcción de los distintos módulos atiende a los conceptos fundamentales del proyecto: CORTEZA, ARMARIO, ISLA Y PATIO.

- En primer lugar se creará la corteza del módulo, compuesta por la estructura portante y los revestimientos exteriores e interiores. Hacia el exterior una piel cerámica compuesta por piezas moduladas de 82 x 42 cm. que permiten un despiece en los alzados sin cortes en las piezas y la resolución de esquinas y quiebros sin piezas especiales. En el interior un revestimiento de viruta de corcho, más ecológica y sostenible que el corcho, en medidas estandarizadas que permiten un despiece perfecto adaptado dimensionalmente a las proporciones del módulo. Una vez tenemos la corteza, responsable del confort térmico y acústico podemos realizar la instalación de las distintas instalaciones y dejarlas a punto para ser conectadas con facilidad posteriormente.
- En segundo lugar colocaremos los armarios en su posición con los electrodomésticos o complementos elegidos.
- Por último se instalarán las islas en el interior de los distintos módulos.





Planimetría

TRISTAN DA CUNHA

1. INTRODUCCIÓN

Concurso de ideas para proyectar un futuro más sostenible de la comunidad de Tristan da Cunha

Propuesta del equipo formado por Javier Terrados (director de Tesis) y Fernando Suárez (doctorando).

Introducción

Tristan da Cunha es un archipiélago británico compuesto por varias islas (la mayor, con el mismo nombre, está habitada; y otras, deshabitadas) situado en el Atlántico Sur. Constituye una dependencia de la isla de Santa Elena, el lugar habitado más cercano, situado 2.173 km al norte. El acceso a la isla principal es tremendamente complicado, debido a su lejanía y a que está rodeada por acantilados de más de 600 metros de altura. Tristan da Cunha es el lugar habitado más remoto (es decir, más alejado de cualquier otro lugar habitado) de la Tierra.

Historia

Descubierta en 1506 por el navegante portugués que le dio su nombre, Tristão da Cunha, empezó a estar habitada de manera estable a principios del siglo XIX, cuando fue anexionada por la Corona Británica en 1816. Por aquel entonces, los ingleses no querían que el archipiélago fuera utilizado por los franceses como base para intentar llevar a cabo una operación de rescate de Napoleón, confinado en la isla de Santa Elena. Desde entonces ha mantenido una población estable de unos 280 habitantes en su asentamiento de Edimburgo de los Siete Mares, llamado así en honor a la visita que hizo el Príncipe Alfredo, Duque de Edimburgo, en 1867, en su vuelta al mundo.

En los siglos XVII y XVIII, los gobiernos franceses y holandeses, así como la Compañía Británica de las Indias Orientales, consideraron el tomar posesión de la isla, pero desistieron en sus empeños ya que no poseía cómodas zonas donde poder amarrar. La isla fue más adelante usada como base temporal para los balleneros y cazadores de focas, principalmente provenientes de los Estados Unidos de América. De allí llegaron los primeros colonos a principios de siglo XIX. En 1876, el gobierno británico la declaró formalmente parte del Imperio británico y en 1938 la isla fue considerada dependencia de Santa Elena.

Geografía

Tristan da Cunha está situada en las coordenadas 37°06' latitud sur, 12°16' longitud oeste, en mitad del Atlántico Sur; el territorio habitado más cercado es otra isla, Santa Elena, situada más de dos mil kilómetros al norte.

La isla principal, de unos 98 km², tiene un relieve muy montañoso debido a su origen volcánico, pero existe una zona llana en la costa noroccidental donde se encuentra la localidad de Edimburgo de los Siete Mares. El pico más alto es el Queen Mary, un volcán de 2.062 m de altura situado en el centro de la isla principal (la última erupción importante de 1961, obligó a la evacuación de la población); también es la montaña más alta del Atlántico Sur.

Economía

El comienzo de la industria de la langosta en 1950 hizo florecer la empobrecida economía existente, que pasó de ser de subsistencia a una economía de mercado. Aunque la agricultura sigue siendo la ocupación principal de los isleños, junto con la pesca.

Toda la tierra es de propiedad comunitaria y el número de cabezas de ganado está estrictamente controlado para preservar los pastos y prevenir que existan familias con mejor posición económica que otras. No se permite tampoco la compra de tierras o el asentamiento de personas de fuera de Tristán.

También existe una granja, que se habitó de forma temporal en los años 50 y 80, cuando se necesitó cubrir una demanda de madera y diferentes tipos de fruta que no se podían obtener en otros lugares de la isla, ya que en esta zona, más al este, se disfruta de un clima más caluroso.

Se utiliza la misma moneda que en el Reino Unido, la libra esterlina.

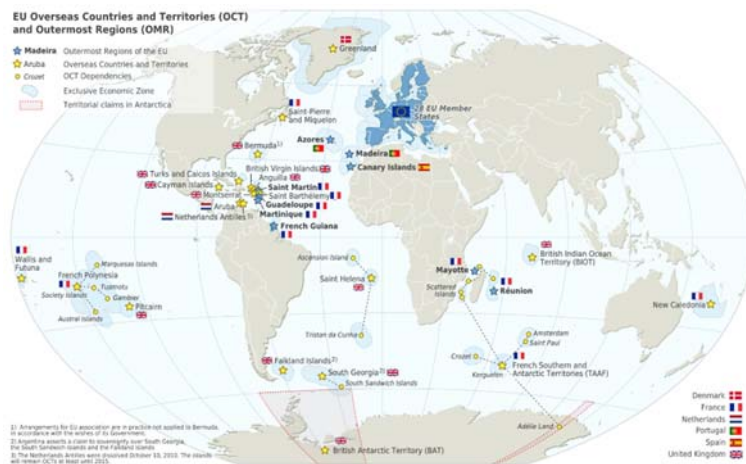


Acceso a la isla

No hay aeropuerto, y solo se puede llegar al puerto en barco. El acceso solo es posible unos 60 días al año debido a la dureza del oleaje y a los límites de capacidad del transporte en número de pasajeros y carga.

Existen en el asentamiento una tienda de ultramarinos, una emisora local de radio, un café, un pub, un videoclub, un campo de fútbol, otro de golf, una piscina y una pista de tenis. Los habitantes también poseen un centro comunitario de reunión. La conexión con el mundo exterior se mantiene a través de un teléfono/fax vía satélite, situado en la oficina del administrador, pero últimamente se está mejorando la conexión a internet.

Para las urgencias sanitarias más complicadas se traslada a los enfermos a un hospital en Ciudad del Cabo, aunque médicos de cabecera y otros especialistas hacen largas estancias en la isla para comprobar la salud de la población.



Objetivo del concurso

Página web oficial del concurso: <http://www.ribacompetitions.com/tristan/index.html>.

El concurso de ideas es convocado por el RIBA (Royal Institute of British Architects, organización profesional de arquitectos de Reino Unido).

Entre los objetivos está el desarrollo de propuestas para el mantenimiento sostenible de la comunidad que habita Tristan da Cunha, en la que debe incrementarse la auto-suficiencia de la misma.

Se solicita que los equipos den una respuesta solvente a los siguientes problemas que se relacionan:

Residencias privadas. Hay aproximadamente 120 viviendas, de construcción muy básica. Se solicitan propuestas de mejora para las edificaciones existentes, en relación al aislamiento, las instalaciones y las condiciones de habitabilidad. También se solicita un prototipo de vivienda para la renovación progresiva de las mismas.

Edificios administrativos. Los edificios existentes no son acordes al concepto de una administración actual. Se solicita un proyecto para la zona administrativa.

Gestión de recursos:

Agua. Tienen un elevado nivel de lluvias pero estacional, por lo que necesitan gestionar la captura, retención, almacenamiento y reciclaje del agua de lluvia.

Energía. La energía eléctrica que consumen proviene de generadores de gasoil, y usan gas (que llega embotellado por barco) para uso doméstico de cocina y calefacción. Solicitan que dentro de 5 años al menos 30-40% de la energía consumida sea de fuentes de energía renovables.

Agricultura. Se solicita la mejora de los sistemas de cultivo en la poca tierra disponible.

La convocatoria del concurso fue en mayo de 2015. La recepción de las propuestas de la fase 1 fue en junio de 2015. Para la segunda fase se seleccionaron 5 equipos, siendo los restantes del Reino Unido (2), de USA (1) y otro de Canadá (1). La recepción de la segunda fase fue en diciembre de 2015.

Propuesta arquitectónica. Fase 2

Se propone el tratamiento de la isla como un eco-sistema, en 7 capas de trabajo:

- Una comunidad de viviendas eficientes rehabilitadas.
- Renovación progresiva de las viviendas, con módulos prefabricados de alta eficiencia.
- Renovación de los edificios administrativos.
- Una nueva red de energías renovables.

- Una red de viveros para garantizar variedad en los cultivos.
- Gestión del agua como recurso compartido.
- Una red de espacios significativos como escenario para la vida ciudadana.

2. ESTRATEGÍAS GENERALES

Un eco-sistema ejemplar

Las estrategias combinadas desarrolladas en la fase 2 se crean para sacar el máximo provecho de las excepcionales circunstancias de Tristan da Cunha e intentar hacer de la isla un ejemplo mundialmente conocido de equilibrio y sostenibilidad.

Participación, conexión y experiencia

Todas las estrategias que proponemos tratan de fomentar la participación de los habitantes de Tristán da Cunha. Esto es sólo posible mediante la cooperación y la participación de los afectados y también mediante la mentalización de que el objetivo de un futuro sostenible puede ser logrado.

Esta participación se propone en varios niveles y etapas del proceso. En primer lugar, los habitantes de Tristan da Cunha pueden participar en el diagnóstico y la recogida de datos relativos a sus propiedades y de los espacios públicos. Esto puede ser implementado mediante el uso de aplicaciones informáticas fáciles de usar. Además, algunos de ellos pueden participar en programas de formación para convertirse en expertos en las diferentes cuestiones que el futuro sostenible de la isla requerirá. Entonces, por medio de las tecnologías de remodelación y construcción fáciles de manejar que se proponen, una gran parte de la población puede participar en la construcción real de su futuro. Por último, ya a lo largo del proceso, se propone realizar un seguimiento de su desarrollo y sus resultados mediante el uso de interfaces informáticas interactivas en las que pueden ver realmente el progreso de los cambios y el avance de las soluciones en cuanto a construcción y energía.

El seguimiento tanto del proceso como de su resultado también podrá ser accesible en todo el mundo, para que los habitantes de Tritan puedan compartir su experiencia y conectar con todas aquellas pequeñas comunidades interesadas en este ejemplo único de autosuficiencia y sostenibilidad.

Otra forma de aprovechar la participación comunitaria será en la tarea de colaborar en la producción de una amplia variedad de alimentos (por medio de invernaderos

individuales) y la participación en el mantenimiento del agua disponible (mediante la recolección individual de agua de lluvia en la azotea).

Suministros ligeros. Seguimiento de la huella ecológica

La cantidad de material que debe suministrarse a la isla para la adaptación de las nuevas instalaciones debe medirse cuidadosamente debido al número limitado de buques disponibles. Está claro que los materiales pueden ser acomodados más fácilmente que el personal, pero éstos tienen que ser muy limitados y ligeros. De ahí que nuestra elección de un tipo de construcción altamente eficiente y muy ligero parece ser muy obvia. Los números y las características de los componentes necesarios deben estudiarse muy cuidadosamente y realizar un seguimiento "de la cuna a la cuna" de cada elemento que llega a la isla.

La eficiencia también tiene que ser considerada en el proceso de empaquetado y transporte. Además de utilizar materiales ligeros, se ha considerado la posibilidad de un embalaje en 2D de la mayoría de los componentes, dando prioridad a los "paquetes planos", en lugar de los componentes 3D, reservados sólo para los cuartos de baño compactos, las cocinas y las unidades técnicas en la construcción de las nuevas casas prefabricadas.

Mediante una aplicación informática fácil de usar, todos los habitantes de Tristan pueden fácilmente llevar un seguimiento de la huella y características técnicas de cada componente que llega a la isla.

Una combinación de fuentes renovables de energía

Nuestro objetivo es lograr que al menos el 75% de la energía de la isla pueda ser satisfecha por medios renovables dentro de los próximos cinco años. Para alcanzar este objetivo, se propone la implementación de una red eléctrica servida por tres tipos de generadores: paneles fotovoltaicos, pequeñas turbinas eólicas y los generadores diésel existentes. Todos ellos y un conjunto de baterías se conectan a la red por medio de un dispositivo de control inteligente que se adapta en cada momento a la generación de electricidad y la medición del consumo comunitario. Si la generación de electricidad es superior al consumo, el excedente de energía se almacena en las baterías que se utilizarán más tarde.

Aquí de nuevo el uso de una aplicación informática fácil de usar puede informar a cada habitante acerca de los detalles del rendimiento de la micro red eléctrica en todo momento. Esta es también una manera de construir un sentido de comunidad a través

del conocimiento de los hechos técnicos relacionados con la generación y el consumo de electricidad.

Nuevos espacios para la vida comunal

La reconstrucción de los edificios del gobierno es una oportunidad para dar al espacio entre ellos un nuevo carácter. El centro comunal tiene que ser tan acogedor y cómodo como las plazas vernáculas europeas. Tiene que proporcionar algunos refugios de la lluvia y el viento con el fin de promover reuniones y encuentros tanto formales como casuales. Pero también tiene que conservar parte de su carácter anterior, para no borrar la memoria comunal de este sitio. Es por eso, que nuestra propuesta es una combinación de nostalgia, un recordatorio de lo que una vez fue, y el deseo de construir algo nuevo, una plaza compacta y protegida para la interacción comunal.

La idea de refugios o plazas al aire libre para reuniones casuales se extiende por toda la aldea por medio de pequeñas puntos de reuniones en las intersecciones de los caminos principales.

3. ESTRATEGIAS URBANAS Y DE COMUNIDAD

Los planos muestran que cada estrategia es realmente una red de acciones que contribuyen a un sentimiento comunal:

- *Una comunidad de casas reformadas y eficientes.*

Hemos desarrollado lo que llamamos "la envolvente de Tristan", un conjunto específico de elementos construcción (tipo bricolaje) de fácil uso para las renovaciones progresivas de la envolvente de fachada que debe ser compartida por todos los habitantes de Tristan.

- *Renovación progresiva. Casas prefabricadas eco-eficientes.*

Si hay necesidad de nuevas viviendas, también hemos desarrollado lo que llamamos "el prototipo Tristan", un sistema de construcciones prefabricadas de fácil uso basadas en una combinación de elementos 2D y 3D que casi no requieren mano de obra especializada.

- *Micro red de energías renovables complementarias.*

Todas las viviendas y propiedades forman parte de una red en la que se combinan los generadores fotovoltaicos, eólicos y de generadores de diésel. El rendimiento puede ser comprobado en todo momento por cada habitante.

- *Una comunidad de invernaderos para la variedad de alimentos.*

Tanto los hogares renovados como los nuevos pueden incorporar invernaderos domésticos que aparte de mejorar la eficiencia energética de las viviendas, también fomentará el cultivo individual.

- *Un barrio de recursos hídricos compartidos.*

La concienciación y el cuidado de la gestión del agua pueden fomentarse mediante el agua de lluvia para riego, ganado y uso doméstico.

- *Una red de espacios comunitarios al aire libre compartidos.*

Tristan da Cunha puede lograr la estructura espacial de una "ciudad", con un diseño reconocible que combina e interconecta una plaza principal y varios lugares de reunión secundarios.

4. INTERVENCIONES ESPECÍFICAS

Las estrategias generales se hacen realidad a través de doce conjuntos de intervenciones:

Rehabilitación de la energía de vivienda:

"La envolvente Tristan" es un conjunto de paneles modulares prefabricados ligeros que se pueden montar fácilmente sobre paredes, techos y los suelos de cada casa existente para aumentar significativamente su aislamiento y la protección contra la humedad. Se pueden ensamblar con un nivel mínimo de formación y experiencia.

Dispositivos de mejora del confort:

Un patio y un invernadero prefabricados se pueden agregar a la casa como sistemas climáticos pasivos que pueden proporcionar espacios solares en invierno (para ganancia de calor) y espacios de amortiguación muy ventilados en verano.

Energía solar térmica:

Los techos pueden utilizarse para la instalación de paneles solares térmicos para abastecer el agua caliente de la casa y la calefacción central de apoyo.

Nuevos hogares ecoeficientes prefabricados:

El llamado "Prototipo Tristan" es una casa prefabricada cuyo diseño se inspira en la forma y proporciones de las casas vernáculas en Tristan da Cunha. Ha sido diseñado con una combinación de elementos ligeros en 3D y 2D que pueden transportarse en dos contenedores de 3 x 6m. Se pueden ensamblar con un nivel muy bajo de formación y experiencia.

Una micro red eléctrica inteligente:

Todo el pueblo se puede integrar en una micro red que conecta módulos paneles fotovoltaicos individuales, generadores eólicos comunitarios y los generadores diésel existentes.

Granja eólica:

Está construido con pequeñas turbinas eólicas (6m de altura) que se transportan en paquetes reducidos. - Su estructura está reforzada para las fuertes cargas de viento.

Barreras verdes contra el viento:

La confortabilidad de los espacios exteriores urbanos (plazas, calles, intersecciones) se puede mejorar mediante la distribución árboles y vegetación para la protección de los vientos fuertes y dominantes.

Invernaderos comunitarios / individuales:

Para mejorar y diversificar la producción de alimentos, un sistema integrado de invernaderos individuales (unidos a cada casa) y otros comunitarios (granja centralizada) pueden ser incluidos.

Administración del agua:

El agua de lluvia se puede recolectar tanto individual como comunitariamente mediante una red integrada de tanques de agua domésticos y depósitos comunitarios (con piscinas impermeables).

Una nueva plaza principal:

Los edificios del gobierno se pueden reorganizar para albergar una nueva plaza del municipio, con mobiliario urbano para que las reuniones sociales, las actividades de ocio y otros eventos sean posibles.

Espacios públicos secundarios:

Una red de espacios públicos secundarios puede ocupar las intersecciones principales. Están diseñados como pequeños puntos de reunión con áreas de asiento protegidas del viento.

Un nuevo prototipo de edificios públicos:

La misma estrategia empleada para las mencionadas casas prefabricadas ligeras puede aplicarse a los edificios públicos para mejorar su eficiencia energética, su habitabilidad, su iluminación natural y ventilación.

5. ENFOQUE LOGÍSTICO. ¿A QUIEN, CUÁNDO Y CÓMO?

Nuestra propuesta exigirá la participación de los ciudadanos de Tristán en la obtención de experiencia en la autoconstrucción de sistemas, gestión de soluciones y seguimiento de su desempeño. En un ciclo de 5 años, las primeras etapas comprenderán principalmente la formación de los habitantes más capaces con la ayuda de expertos extranjeros. Posteriormente, los expertos locales guiarán al resto en las tareas implicadas en todo el proceso de la transformación de la isla. En estas tareas, que utilizarán componentes y sistemas fáciles de usar, como el bricolaje, otros habitantes pueden participar por medio de un sistema menos intensivo de formación.

6. ESTRATEGIAS DE VIVIENDA

Para cumplir con los más altos estándares de eficiencia, las casas existentes se pueden adaptar en un proceso secuencial. Además, para la demanda de viviendas nuevas, se han diseñado específicamente para Tristan da Cunha un prototipo de casas prefabricadas de nueva generación, ecoeficientes y fáciles de montar.

Hemos desarrollado dos ejemplos de reinterpretación de tipologías vernáculas por medio de técnicas de viviendas semi-prefabricadas. Un sistema prefabricado flexible puede proporcionar diferentes alternativas de casas, ya que hay diferentes tipos existentes en la Isla, que son siempre variaciones de un modelo vernáculo básico. Aquí proponemos dos ejemplos: la casa lineal y la casa compacta, que se puede construir con el mismo sistema prefabricado.

De esta forma, basándonos en una combinación de la renovación de las propiedades existentes y de la construcción prefabricada de nuevas viviendas eficientes, se definen tres estrategias principales:

Renovación de la casa 1: "la envolvente Tristan"

El rendimiento de las viviendas existentes ha sido simulado para predecir el impacto de las diferentes mejoras por pasos:

La primera etapa se denomina "Mejora 1- Muros + Tejado" y comprende el revestimiento de la llamada "envolvente Tristan" en las paredes y techos. La composición de estos elementos se puede describir como sigue (detallada en los planos):

- (W1) Paneles aglomerados de cemento (8mm) + cámara de aire ventilada. 1.1x2.50m

- (W2) Subestructura de acero conformado en frío compuesta además por los siguientes elementos prefabricados: membrana impermeabilizante, panel de lana mineral (50mm) y panel de yeso laminado (15mm). 1,1 x 2,35 m

- (R1) Techo aislado prefabricado: lana mineral (50mm) + tablero aglomerado (15mm)

La envolvente ha sido simulada y demuestra una primera mejora significativa.

La siguiente etapa se llama "Mejora 2- Suelo + Ventanas" y comprende la adición de un capa aislante al suelo y la sustitución de las ventanas existentes por otras más eficientes.

Los elementos empleados son descritas a continuación (detalladas en los planos):

- (W1) Panel de lana mineral de alta densidad (30mm) + suelo laminado

- (W3) Ventana de doble acristalamiento térmico de aluminio ($U = 1.8W / m^2K$)

- (F2) Panel de poliestireno (70mm)

- (F3) Membrana impermeabilizante

La simulación de este paso también demuestra una segunda mejora significativa.

Renovación de la casa 2: "vivir el sol"

Las siguientes etapas de mejora se basan en la adición de "espacios solares" como patios e invernaderos:

La etapa denominada "Mejora 3.1- Invernaderos" consiste en la adición de un invernadero doméstico en un lado de la casa. Esto no sólo es un medio para mejorar la eficiencia energética de la casa con respecto a la anteriores, sino que también es una intervención creada con la intención de comprometer a los residentes en la obtención de una gran variedad de alimentos con el cultivo doméstico.

La simulación de esta etapa da lugar a un paso más hacia una mayor eficiencia energética.

La etapa llamada "Mejora 3.2- Patio + Extensión" considera la posibilidad de que una familia esté en crecimiento viva dentro la casa existente. Esta es una oportunidad de insertar un patio semi-prefabricado que, además de crear un espacio habitable dentro de la casa, puede realizar una función de amortiguamiento. Puede ser cerrado e iluminado por el sol en invierno (con efecto invernadero / captación de calor para el calentamiento de las habitaciones adyacentes) y abierto y ventilado (ventilación cruzada) en verano.

También se ha simulado la mejora de la eficiencia energética de esta etapa.

También se ha probado una última posibilidad: añadir un invernadero frontal / espacio solar a lo largo de la fachada norte (Tristan está en latitud sur). Es otro espacio de amortiguación para el verano y el invierno dependiendo del grado de cierre, luz solar y

ventilación con la que se regula cada temporada. Esta etapa se denomina "Mejoramiento 4- Espacio Frontal".

Reinterpretación vernácula eficiente: "El prototipo Tristán"

Una nueva generación de casas prefabricadas eco-eficientes y fáciles de usar ha sido diseñada específicamente para Tristán da Cunha. Cada casa es transportada en dos contenedores abiertos de 3 x 6 m (2 x 8 Tn). De esta manera, cada casa transportada se ajusta al tamaño de la barcaza. (1)

Un proceso de construcción in situ está diseñado para ser lo más eficiente posible, mediante una combinación de módulos en 3D y componentes en 2D:

- Elementos 3D: terminados en taller.
- Elementos 2D: que proporcionan un sistema de bricolaje fácil de usar.

El denominado sistema " prototipo Tristan" puede adaptarse fácilmente a diferentes configuraciones y preferencias de los residentes. En esta fase de nuestra propuesta, dos configuraciones iniciales (similares a las formas de la vivienda vernácula) han sido diseñados: la casa "lineal" y la casa "compacta".

El rendimiento energético de la casa lineal ha sido cuidadosamente simulado y alcanza un nivel muy alto de eficiencia.

(1) La descarga de mercancías en el puerto de Tristan debe hacerse con una barcaza desde el exterior del mismo, porque los barcos no tienen cabida en el interior del puerto existente.

7. ESTRATEGÍAS DE LAS ÁREAS Y EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS

En un examen detallado de la distribución del asentamiento se pueden identificar cuatro áreas distintas: una residencial, una de ocio, otra administrativa y una de producción y fabricación. Alrededor de esta zona, se extienden el océano Atlántico, la tierra volcánica un pequeño puerto y los terrenos para cultivos.

Ningún punto de especial referencia interrumpe el tejido uniforme de las construcciones que cuenta con propiedades de un solo piso de tejados a dos aguas, huellas rectangulares bien adaptadas a la pendiente y la topografía. Sólo el área gubernamental puede convertirse en una referencia comunitaria, aunque está bastante deteriorada y necesita ser renovada. Es una gran oportunidad para desarrollar un espacio público urbano de alta calidad.

Nuestra propuesta es la creación de un lugar para reforzar la identidad cultural. Se pretende la organización cuidadosa de un conjunto de edificios bien organizados (entre ellos la administración local y el resto de los departamentos comunales) dentro de la

plaza principal, donde además las reuniones sociales, las actividades de ocio y la interacción social sean posibles.

Esta plaza está destinada a ser un segundo hogar y al mismo tiempo un centro comercial, guardería, sala de lectura, zona de paseo, club de solteros, casino, teatro, santuario, oficina, zona de deportes y salón de baile. A lo largo del día los residentes pueden llegar a la plaza para conversar, comprar un periódico, ponerse al día del mundo exterior o simplemente contemplar la que ocurre.

Nuevos edificios, porches lineales y pérgolas independientes se combinarán para definir este importante recinto, esta sala comunitaria al aire libre que puede realzar el sentido de identidad de la comunidad y el espíritu del lugar.

Es un espacio exterior abierto que conecta el municipio, lo hace inclusivo. Está unido por calles a los espacios secundarios y otros sectores. La plaza crea un sentido de comunidad y unión mientras enmarca vistas al paisaje.

Para facilitar el proceso de construcción, se ha considerado el uso de la arquitectura prefabricada ligera, además de otra serie de medidas sostenibles. También hecho con módulos en 3D y elementos planos en 2D, para optimizar el transporte.

8. PROPUESTA GRÁFICA

Los planos de la propuesta se encuentran en la documentación gráfica. 2ª parte del documento.

¿POR QUÉ BUSCAMOS LA DENSIDAD?

El concurso “Solar Decathlon Europe” es un concurso sobre viviendas unifamiliares prefabricadas eficientemente energéticas de tradición americana. Este concurso fue exportado a Europa en el año 2010, y se desarrolló en Madrid. La Universidad de Sevilla participó con el prototipo de vivienda “Solar Kit”, que fue diseñado por el director de esta tesis doctoral. Posteriormente, en la edición de 2012, también en Madrid, participamos con la propuesta denominada Patio 2.12 clasificada en segundo lugar general. En esa convocatoria ganó la propuesta francesa “Canopea” de la Escuela Nacional de Arquitectura de Grenoble, que pretendía “mandar un mensaje” a la dirección del concurso y al jurado para intentar resolver el problema de la falta de espacio en las ciudades europeas.



Imagen virtual del apilamiento de Canopea



Imagen de Canopea en Solar Decathlon Europe 2012

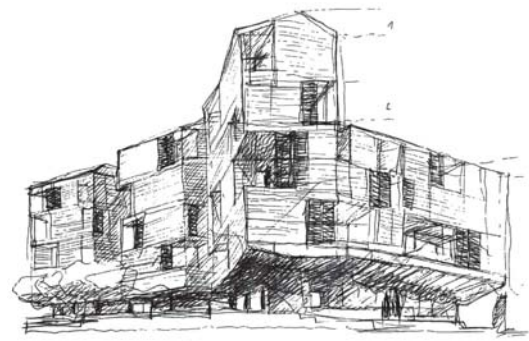
En Europa, con la masificación de las ciudades, muchas personas se alejan de los entornos urbanos para buscar la tranquilidad del medio rural. Este prototipo intenta abordar este problema con su sistema de nanotorres, un conjunto de unidades individuales agrupables que ofrece las ventajas de una vivienda unifamiliar, sin renunciar a la disponibilidad de servicios urbanos y espacios colectivos. Las unidades individuales se superponen en 8 a 10 alturas, a las que se accede por pasarelas exteriores. De esta manera, ofrecen la independencia de una casa a la vez que permiten compartir atractivos espacios comunes, jardines verticales y servicios públicos locales. En la competición se presentó la parte superior de una de estas nanotorres, en concreto los dos últimos pisos: en la planta baja se encuentra la vivienda solar y el piso superior es la zona común.

Este mensaje fue recogido por el jurado, premiando este prototipo frente a otros más en la tradición de la vivienda unifamiliar americana, y así en la siguiente edición de París en

2014 ganó la propuesta italiana denominada “Rhome for dencity” con la premisa de la construcción un barrio ecológico en Roma. En él se busca re-densificar y re-calificar los límites de la ciudad reforzando los asentamientos urbanos y trabajando en una solución de movilidad sostenible para todo el área metropolitana. El objetivo final es fortalecer el sentido de pertenencia de los habitantes al lugar mediante el establecimiento de una fuerte relación entre las personas y la naturaleza.



Imagen de Rome for Dencity en Solar Decathlon Europe 2014



Hipotética vista de la escala urbana

Los resultados de estos dos concursos nos llevan a pensar que en Europa todas las investigaciones en torno a la vivienda eficiente, prefabricada y sostenible deben ir asociadas al concepto de densidad o construcción en altura, además de una relación de apropiación del lugar.

El objeto de esta tesis doctoral es realizar un estudio basado en unas premisas basadas en la tradición de la construcción americana, pero también en la necesidad de la densidad europea con todos los problemas que acarrea la construcción en la ciudad. Este estudio debe guiarnos al diseño de un prototipo de vivienda colectiva, flexible, prefabricada con módulos apilables, y construida en seco.

1. FORMAS DE CONCEBIR LA URBANIDAD

Si realizamos un ejercicio de clasificación de las formas de vida en una ciudad y sus alrededores en función de la distancia desde el centro histórico hasta sus límites y alrededores, en una serie de círculos concéntricos que han ido creciendo desde el siglo XIX hasta hoy podríamos tener las siguientes formas de vida, que producen diferentes sentimientos y sensaciones:

Vivir dentro: la ciudad

En la ciudad tenemos dos tipos de espacios: el colectivo y el individual. Para desarrollar las unidades habitacionales lo que importa no es el espacio global, sino el interior del espacio y el horizonte situado dentro de ese interior. En esta mezcla de ambos conceptos surge lo que Aldo Van Eyck definió como “claridad laberíntica” (1), término descriptivo de las diferentes situaciones urbanas. Esta claridad suaviza los límites del espacio y del tiempo y facilita los encuentros casuales, las relaciones y las convenciones. Favorece la aparición de umbrales, de espacios indefinidos donde se produce la relación, que se va moldeando a fuerza de ser usados.

Por otra parte, en los centros históricos, la unión entre el “centro de poder” de la ciudad y la forma de relación de los ciudadanos saca partido de otro elemento añadido como es la tradición, que se va convirtiendo en un elemento artístico que marca inevitablemente su identidad. Es solo en el interior de la ciudad donde se acumulan estas sinergias, donde memoria, historia y tradición forman parte del pasado.

(1) Claridad laberíntica es un término acuñado por Aldo Van Eyck para referirse a lo que tiene que caracterizar, según él, tanto a una casa, como a una ciudad. Team 10 Primer. The MIT Press. Editado por Alison Smithson. P.41.

Vivir arriba: la torre

Ésta es el símbolo del progreso y de la tecnología constructiva, sus residentes suelen ser personas enamoradas de su arquitectura. Vivir en altura permite contemplar desde arriba la ciudad, el paisaje y el horizonte, pone parte del mundo a tus pies. Coloca al observador en un nivel superior del terreno, en el nivel de las ideas, que es precisamente en el que empiezan a materializarse las cosas.

Vivir en el borde: la periferia

En ésta, existen edificios y hábitats de bajo coste, a veces modélicos, muy pensados y controlados por una minoría (arquitectos, promotores y administración) donde una mayoría tiene que aceptar las formas que le son dadas para vivir. Los habitantes van poco a poco mutando la realidad y los espacios que utiliza, buscando un sentimiento de comunidad y colectividad.

Vivir fuera: el campo

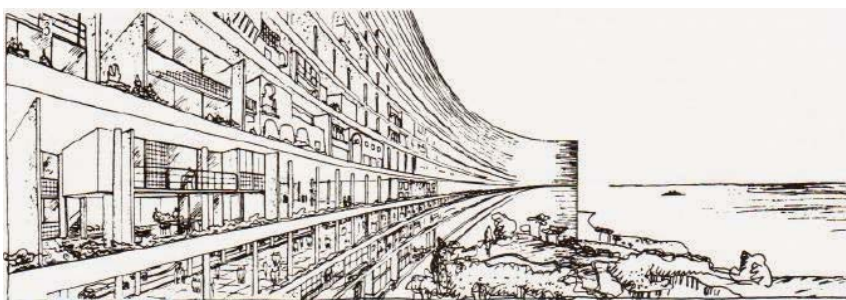
En el campo siempre ha existido un gran escepticismo sobre el modo de vida de la ciudad. Lo urbano se asocia con mayor libertad, mayor anonimato, mayores posibilidades de desarrollo personal. La gente que trabaja en el campo, en los pueblos y sus granjas ha sufrido una fuerte pérdida de identidad, existe una sociedad civil no cohesionada, hay

una falta de entretenimiento y de espacio público. El tiempo dura más, pero a cambio nos encontramos con la belleza de la naturaleza, de los bosques, las praderas y los ríos. Por ello, van surgiendo nuevas tendencias en los proyectos de urbanización de entornos rurales que intentan encontrar esas señas que definan la nueva sociedad, la aten al lugar y le proporcionen el sentido de pertenencia a la comunidad y a sus valores tradicionales.

(1)

(1) Outside, inside, on top, on the edge. Density I. A++

Como resumen podemos decir que la vida en la ciudad ofrece ventajas innegables, siempre que se tenga la variada vida urbana cerca de la propia puerta. La ciudad no es reemplazable por las formas de vida de baja densidad en algunos arrabales, en la periferia suburbana o la vida retirada en el campo. Al contrario, la calidad de vivienda de la expansión individualista es fácilmente superable con medios arquitectónicos y técnicos en el propio solar en planta dentro de la ciudad, y más si tenemos en cuenta las horas de transporte que eliminamos y añadimos a la calidad de vida. Para la vida en una casa dentro de la ciudad, Le Corbusier sentó las bases de posteriores desarrollos hace ochenta años en su libro *La ville radieuse* publicado en 1935. En él, el arquitecto describe una idea revolucionaria para Argel (un viaducto curvo con estructura de hormigón, con una autopista corriendo por la cara superior y diferentes tipos de viviendas encajadas dentro): *“Ahí están los solares artificiales, la ciudad jardín en altura. Todo está próximo: la vista, el espacio exterior, el sol, buenas comunicaciones verticales y horizontales (...). El aspecto arquitectónico es fascinante, una visión conmovedora. La mayor variedad en la unidad. Cada uno puede construir su casa sin que afecte al conjunto, si hay una casa de estilo morisco junto a otro de estilo Luis XVI o renacentista italiano. (...) Primero se construye la subestructura con el zócalo elevado hasta el nivel de la calzada. Después se venden las parcelas para la construcciones de mansiones con jardín y vistas libres”.* (1)



Le Corbusier. Plan "Obus para Argel". Ciudad jardín vertical bajo una autovía. 1931

La fascinación de las ciudades históricas se encuentra en su entretejido espacial, que ha nacido con la intervención humana, habiendo sido profesionalmente elaborado. Los elementos aislados de estas estructuras no pierden, sino que ganan en su entrelazado

urbano en esa claridad laberíntica. Precisamente Le Corbusier, el revolucionario moderno que quería deshacerse de la ciudad antigua, había extendido este motivo a la estructura vertical, garantizando, al menos en teoría, la factibilidad de casas unifamiliares urbanas con ayuda de solares en altura.

(1) Le Corbusier: *La villa radieuse*, Boulogne-Seine 1935.

2. MOTIVOS PARA BUSCAR UNA DENSIFICACIÓN

Crisis de la vivienda en la ciudad jardín

La vida en una casa unifamiliar no es tan fluida como pretende ser el paso de una vivienda al jardín. Al contrario, vivir en una casa unifamiliar fuera de la ciudad es entregarse a una vida unidimensional de orden puramente lineal.

Aunque los espacios libres disponibles se encuentran a nivel del terreno y son posesión privada, las distancias legalmente obligatorias, establecidas por las ordenanzas de los planes urbanísticos respecto de los límites de las parcelas y del peatón no permiten disfrutar de un contexto de calidad espacial. Los jardines suelen quedar reducidos a un pequeño escaparate verde, reducto en desuso de la elegante mansión, que precisa de cuidados y mantenimiento.

Desde hace 60 años, se ha producido un desbordamiento improvisado de las ciudades, bajo el postulado de la “propiedad intocable”, con la aparición de colonias de casas unifamiliares. Nos hemos olvidado que la experiencia urbana comienza nada más abandonar la vivienda privada y marca de forma intensa la vida de las personas, ya sea de manera positiva o negativa: por ejemplo ir de compras, realizar diariamente el camino a la escuela o al trabajo, la cultura o el tiempo libre, todo ello además desde un prisma estético y con la libre elección entre la cercanía y la distancia. En cada uno de sus pequeños distritos, la gran ciudad debería emular la pequeña ciudad y crear a nivel de barrio una zona espacial con características específicas que haga de centro. Las viviendas modernas en este conjunto heterogéneo de funciones y formas no sólo deberían su modernidad con el avance técnico, sino sobre todo en el sentido de potencial de desarrollo cultural para los habitantes y su entorno próximo, en la colectividad. Bajo este punto de vista el tamaño de un barrio autárquico sería el definido por el radio de acción de un peatón: 10 minutos o 10.000 habitantes, de forma que se pueda llegar a pie a las tiendas para el consumo diario, a los colegios, a lugares de encuentro, etc. La urbanidad hoy no debe surgir de la mera densificación, sin embargo, la ciudad ecológica a la que aspiramos es impensable sin una “redensificación”.

Ya en 1966, el arquitecto y urbanista alemán Eckhard Schulze-Fielitz que, como Archigram, Superstudio, Yona Friedmann o Kenzo Tange, quiso reemplazar el urbanismo y la arquitectura mediante construcciones espaciales libremente ocupadas, abogó por una densificación que no ha de ser forzosamente una forma de ocupación negativa, como primera idea intuitiva, porque se puede realizar siempre con efectos sinérgicos en el contexto urbanístico: *“Parece imperar la idea de que la mera densificación, en sí misma, tiene ya consecuencias perjudiciales, dado que el ordenamiento urbano prevé la limitación de las densidades máximas, no de las mínimas (...). La reducción impuesta del uso es una expropiación sin compensación, un aumento de los costes de comunicación y de la inversión temporal del uso urbano (...). Los barrios decimonónicos –males menores de la primera revolución industrial- han llevado a pensar que la mejor densificación es aquella que no llega a producirse”.* (1)

(1) Eckhard Schulze-Fielitz: *Stadtssysteme I*, Stuttgart 1971

Una movilidad insostenible

La casa unifamiliar aislada, generalizado objeto de deseo, se convierte rápidamente en imagen fantasma si se analizan los hábitos temporales de sus ocupantes: según datos de finales de los 90 del Ministerio de Obras Públicas Alemán, todo usuario de la carretera viaja un promedio de 96 minutos al día y realiza un recorrido de unos 44 km (desplazamiento al lugar de trabajo y estudio 21%, compras 19%, asuntos privados, incluido “traer y llevar” 21%, tiempo libre 31%...). El tiempo resultante es de más de 11,2 horas por semana o más de 24 días por año o casi diecisiete semanas de 35 horas semanales laborables. Además, es necesario tener en cuenta que el 28% de los hogares disponen de más de un vehículo. Estos 44km/día ó 16.000 km/año dan lugar a unos gastos totales superiores a 5.000 euros anuales. Si se pudiera evitar esta movilidad forzada mediante relaciones de proximidad óptimas y entornos atractivos dentro de una ciudad de trayectos cortos, se obtendría una ventaja temporal de dos a tres meses anuales frente a la población de los extrarradios, que se desplaza diariamente entre el lugar de trabajo y de vivienda, por no contar con perjuicios ecológicos y económicos que se podrían salvar. Este modelo de viajes cotidianos en grupos apenas es compatible con el ideal individualista de las casas unifamiliares.

Víctor Gruen, nacido en 1903 en Viena, es considerado en EE UU como el padre de los centros comerciales y las zonas peatonales urbanas. Su defensa en 1975 a favor de una planificación urbana humanística y ecológica pone de manifiesto el reconocimiento de errores propios: *“Lo tragicómico de la defensa de la movilidad es que la civilización más avanzada comienza en el momento en que el ser humano se hace sedentario, abandonando*

su vida nómada y con ello su actividad de cazador y recolector de frutos, para dedicarse al trabajo de la tierra, las actividades artesanales, el comercio y la industria. (...) De esta vida sedentaria resultaron las virtudes de las civitas o lo que nosotros llamamos civilización, gracias a la legislación, el arte y las ciencias. Lo curioso es que tras 10.000 años de sedentarismo, los seres humanos vuelven a la vida nómada. (...) Empleamos tanto tiempo y energía en desplazarnos que los medios que los medios y las posibilidades para el acondicionamiento de nuestras casas, barrios y ciudades se hacen limitados. (...) ¿Cómo podemos proyectar ciudades en las que las distancias espaciales sean lo más reducidas posibles y tanto los lugares de permanencia, es decir las viviendas, los lugares de deber o trabajo, y los lugares de libre elección, como teatros, cines, y discotecas sean de destacada calidad y donde nuestra estancia sea tan agradable que queramos permanecer en el mismo lugar, sin sentir la necesidad de buscar otros lugares? (...) Si me preguntara si la calidad de vida que disfrutaba hasta 1938 en una modesta viviendas de alquiler (en el casco antiguo de Viena) era menor que la que disfruto ahora en una lujosa casa (con cuatro automóviles) en uno de los entornos más caros de Los Ángeles (a 25 km del centro de la ciudad), tendría que responder negativamente". (1)

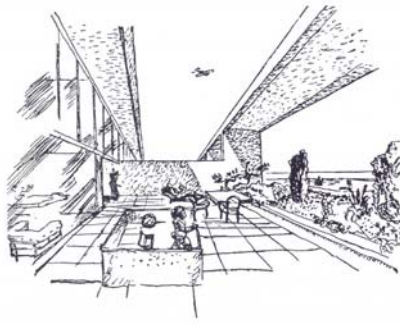
(1) Víctor Gruen: *Die Lebenswerte Stadt*. Múnich 1975

El poder de la individualidad

Roland Rainer, conocido defensor de la vivienda densa de escasa altura, se encontraba fascinado hace 40 años por la idea alternativa, más urbana de casas unifamiliares en planta: "Dado el monótono esquematismo de la mayoría de las viviendas en alquiler de los distintos promotores por una parte, (...) el rápido cambio de las relaciones familiares, las costumbres de vida y el estándar de vivienda por otra parte, resulta lógica la idea de comprarse o alquilar un nivel en una planta, en el que se puedan equipar las estancias y sus terrazas según el gusto propio de cada uno y conectar los conductos existentes de manera que se obtenga una vivienda personalizada, a modo de casa unifamiliar en planta, con el consecuente ahorro de terreno, gastos de acometida y trabajo de jardín". Hace 80 años Le Corbusier plasmó este sueño en unos dibujos en sus estudios urbanísticos para el ya mencionado proyecto de Argel.



Le Corbusier. Plan "Obus para Argel". Vista del viaducto curvo. 1931



Le Corbusier. Bloque de viviendas dúplex con terrazas Domaine de Badjara en Argel, 1932

Este croquis junto con la idea de individualidad sirvió para que en 1961 el arquitecto holandés N. J. Habraken publicara su libro *“Die Träger und die Menschen”* (Soportes: una alternativa al alojamiento de masas). Habraken abogaba por seguir el principio estructural medieval individual de las casas burguesas para la construcción de viviendas en la gran ciudad: *“En una ciudad verdaderamente moderna cabría esperar que ésta contara con una estructura compleja y refinada, compuesta por un número mayor de células que en una ciudad histórica. Este organismo podría disfrutar de un nuevo aspecto en el que todas las células formen órganos propios y grupos de órganos especialmente adecuados para una ciudad muy grande. (...) La sociedad se desarrolla hacia un organismo cada vez más complejo con órganos siempre nuevos, compuestos de las mismas células que antes. (...) Hay una arquitectura uniformada y otra que genera variedad. En la última se trata del principio de estructura y cajas insertadas. En este caso, la fachada puede presentar una forma tan fuerte que todo suceda dentro, sin que la impresión general exterior resulte caótica. Esto se percibirá como una vivacidad alentadora”*. (1)

(1) N. J. Habraken: *Die Träger und die Menschen*, cita.



Le Corbusier. Proyecto de ordenación urbanística para Nemours, Argelia. Unité d'Habitation. 1934

En 1981, el grupo americano S.I.T.E. tomó una imagen de más de setenta años aparecida en la revista *Life*, para su nueva publicación bajo el título *Highrise of Homes* en Manhattan, despertando el interés del Museum of Modern Art de Nueva York. (Fig.2) El

vacío sobre la cubierta doble de las casas no implica ninguna ventaja, no muestra el cielo sino que ofrece la vista de un simple forjado. Este dibujo caricaturesco demuestra el arraigo de la imagen de casa unifamiliar más allá de su utilidad práctica por su valor de estatus social. Puede resultar sorprendente el poco éxito que ha tenido esta idea de superponer mansiones. El único proyecto de este género realizado hasta el momento por Erik Friberger en Kallebäck, Göteborg no ha despertado ningún interés pese a las 18 casas unifamiliares en planta construidas sobre forjados de hormigón en 1960.



Erik Friberger. Viviendas en Kallebäck, Göteborg. 1960

Se trata de un proyecto con una estructura de apartamentos con casas unifamiliares forzosamente integradas, donde desaparece la arquitectura y el sistema se reduce a una mera administración técnica de los intereses aislados. Es la individualidad llevada a casos extremos.

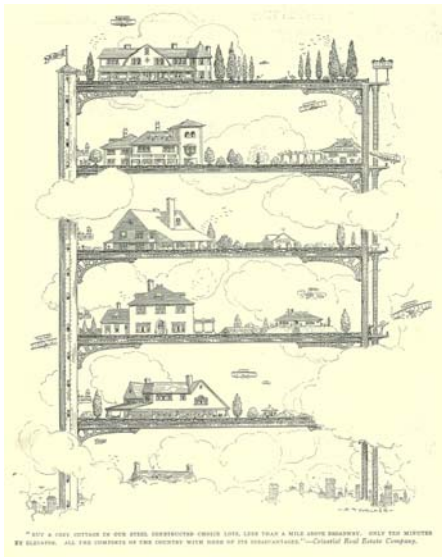
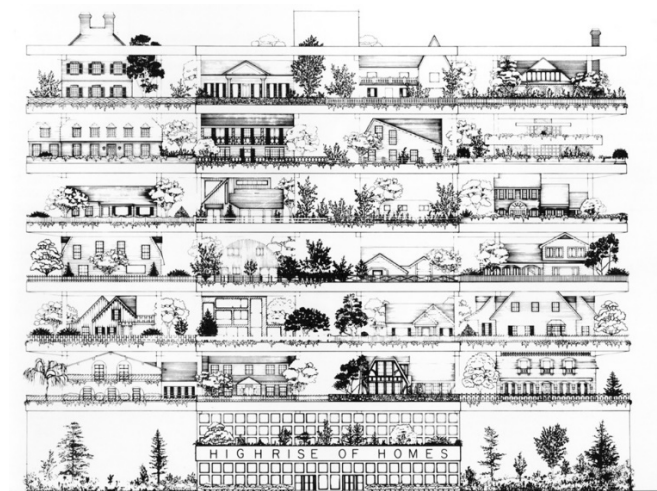


Imagen revista Life, 1909



S.I.T.E. Highrise of Homes en Manhattan, 1981

Pero para buscar esa deseada individualidad podemos llegar a soluciones más sencillas. Así más lógico resulta la simple y mera utilización del color en las fachadas realizadas por Le Corbusier en las Unité d'habitation o bien el paso intermedio que resulta tras

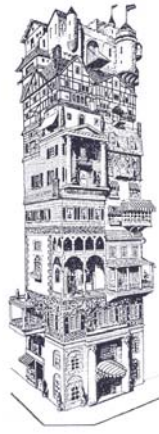
analizar las viviendas experimentales Habitat de Moshe Safdie en la exposición Internacional de 1967, donde se mezclan la casa unifamiliar y la vivienda colectiva. Espectacular macrounión de 158 unidades de vivienda, intercomunicadas o interconectadas por puentes a partir de cajas prefabricadas de hormigón, que forma una pirámide abierta a modo de colmena. Más reciente es el proyecto que los madrileños Amann, Cánovas y Maruri han realizado en Carabanchel. Un proyecto de vivienda social que nos recuerda el de Kallebäck, aún sin compartir con éste el hecho de que las viviendas tengan techos independientes.



Amann, Cánovas y Maruri. Viviendas en Carabanchel. 2009

La formación de los espacios públicos como una serie de experiencias espaciales es la tarea principal del diseño urbano. Cuanto más entremezclada se encuentren las formas de vida, más variadas y numerosas serán las posibilidades experienciales de los residentes y de los transeúntes. Sólo en una amplia oferta espacial para la actividad individual, recreo, relajación, aprendizaje, diversión y reflexión se puede desarrollar una atmósfera en la que el ciudadano pueda establecer un contacto libre con sus vecinos. (1) El profesor y crítico Bazon Brock manifestó: *“La arquitectura es el arte de crear espacios públicos, también allí donde sólo se realizan construcciones privadas”*.

(1) Desde el aislamiento en la periferia hasta el bloque de casas en la ciudad. Artículo de Klaus-Dieter Weib. Vivienda y densidad. Detail.



Croquis de diseño para el complejo residencial Löwengasse en Viena, Friedensreich Hundertwasser, 1984

Caricatura de la mansión en planta, hacia 1920



MVRDV. Edificio de viviendas de alta densidad Silodam, Amsterdam, 1995 - 2002

3. TIPOS DE CIUDAD

Ya en la Carta de Atenas, redactada por Le Corbusier a partir de las conclusiones del IV CIAM (celebrado en 1933 en un cruceiro Marsella- Atenas), se exponían buenas intenciones en materia de habitabilidad entre las que podemos destacar las siguientes:

- Los nuevos barrios deben ocupar el espacio urbano en los mejores emplazamientos, aprovechando la topografía, adaptándose al clima, a la luz solar y creando o apropiándose de las áreas verdes siempre que sea posible.
- La elección de estos nuevos barrios debe venir dictaminada por razones higiénicas.
- Se deben imponer densidades razonables, que deben ser consecuencia de las nuevas formas de vida según la naturaleza del terreno y el lugar.
- Hay que disponer de toda la técnica necesaria para realizar construcciones en altura con el fin de poder agrupar edificaciones y así liberar suelo en favor de grandes áreas verdes y de expansión.

Desde la aparición de la Carta de Atenas, la densidad ha dejado de ser un concepto, una necesidad o un ratio para evaluar planes de ordenación y se ha convertido en un asunto "incomodo" cuando hablamos de ella. Es necesario construir una ciudad densa, pero ésta debe ser pensada tanto desde el punto colectivo, y de las relaciones sociales como desde el punto de vista singular o particular, es decir, la casa para el usuario final particular.

Atendiendo a la densidad edificatoria y a estas diferentes relaciones sociales que se han generado desde la Carta de Atenas, podemos describir a grandes rasgos estos tipos de ciudades:

La ciudad moderna

Durante la expansión económica posterior a la segunda guerra mundial y con la necesidad de proporcionar vivienda a bajo coste al flujo continuo de mano de obra inmigrante, estas buenas intenciones expresadas en la Carta de Atenas se vieron en muchas ciudades europeas sobrepasadas.

En muchos de los casos, los conjuntos residenciales construidos en la periferia, fruto de políticas voluntaristas, supusieron la ruptura con el tejido existente de la ciudad: así se distribuyeron nuevos barrios de bloques de viviendas con equipamientos en una nueva trama urbana a veces segregada.

Surgió así una ciudad moderna, en la que la lenta colonización de la periferia en la que quedaban espacios vacíos, inseguros e insalubres, junto con la gran escala de algunos proyectos y la estandarización y repetición de los nuevos espacios, ayudó a que no se alcanzaran las cotas de salubridad inicialmente propuestas. Esto se tradujo en la poca identificación del habitante con el lugar y en la consecuente degradación del mismo por falta de mantenimiento.

Por este motivo, muchas de las políticas actuales van encaminadas a mejorar la calidad de la edificación y a combatir la marginación social con programas de inserción de viviendas en esos espacios que el urbanismo ha dejado vacío. Estas operaciones pueden consistir también en el realojo de los residentes y su sustitución por un tejido residencial compacto, diverso e integrado en la ciudad. (1)

(1)The modern city. A+T Research group. Density is home

La ciudad dispersa

La ciudad de las periferias abarca mucho territorio, necesita de unas infraestructuras muy grandes y costosas. Su éxito siempre radicó en lo barato que resulta transformar el suelo agrícola en un hábitat de baja densidad. A esto hay que añadir que muchos usuarios prefieren la suburbanización porque así gozan de una vivienda individual con jardín propio. Todo sueño de vivienda empieza con la conjugación del anhelo de la dicha individual y la idea de herencia de propiedad con una magnífica casa junto al mar, al lago o en el campo. Sin embargo, esta hermosa idea se choca con la realidad existente de pequeñas casas hechas en serie sobre miniterrenos lejos de la ciudad y con elevados gastos de mantenimiento y transporte.

Esta dispersión urbana conoció su apogeo en los Estados Unidos a finales del siglo XX, y hoy este modelo adaptado se ha extrapolado a Asia oriental (Pacífico) y a América Latina. Sin embargo, este tipo de ciudad, además de no ser sostenible en Europa, es a menudo excluyente y genera un archipiélago de fragmentos anodinos, de islas

especializadas carentes de diversidad. La vida en urbanizaciones de casas unifamiliares, de limpio trazado en el campo o en la periferia, se revela como manifiesto de ubicación individualista en un solar carente de calidad espacial o contexto urbano.

De este tipo de ciudad dispersa podemos destacar como más interesantes aquellos proyectos de vivienda colectiva que contradicen los principios del modelo, es decir, aquellos en los que las densidades residenciales son superiores a las del entorno. Su compacidad los convierte en hitos destacados dentro de una malla de tejido residencial uniforme de baja escala, e incluso si se trata de pequeños edificios híbridos que funcionan como lugares de reunión y referencia.

Pero la otra cara de la moneda son los resultados negativos que surgen de ese tipo de ciudad de edificación de baja altura y dispersa (alto coste para la administración, impacto ambiental importante, vida socialmente desintegrada, desaparición de suelo agrícola, etc.) que van a la cuenta de toda la sociedad, de todos los ciudadanos, vivan allí o no. Un estudio publicado en el libro "Sustainable Urbanism: Urban Design With Nature", explica cómo el coste de urbanización, desde la baja hasta la alta densidad, puede crecer dos veces. La inversión hecha en el modelo de ciudad deseable, de más densidad y más elevada, siempre estará más optimizada.

La ciudad expansiva

Antes de la ratificación del Protocolo de Kioto en 1997, los gabinetes de estudios económicos dibujaban prometedoras previsiones de crecimiento para los países desarrollados, y efectivamente no se equivocaban: entre 1995 y 2008 el PIB mundial creció un 206% (bancomundial.org, 2010).

Estas buenas perspectivas económicas, unidas a una conciencia medioambiental muy incipiente, dieron rienda suelta a la redacción de ambiciosos planes urbanísticos de expansión, que con algunas diferencias respondieron a principios comunes de ocupación extensiva del territorio, pero la mayoría se olvidaron del espacio público. Los resultados son prácticamente barrios monofuncionales, y se comportan como nuevas ciudades dormitorio que no han sabido integrarse con la ciudad existente. Muchas ciudades de cualquier tamaño redactaron planes de crecimiento en base a esas buenas proyecciones de beneficio.

Sin embargo, estos planes han servido para la experimentación en la vivienda colectiva: ensayos formales, nuevas escalas, innovación tipológica y experimentación material. Se ha avanzado en temas de diversidad social y programática e incluso se han dado grandes pasos en cuanto a la participación ciudadana.

El corazón de la ciudad

La ciudad histórica perdió fuelle con el apogeo de la zonificación moderna, que no vio más que un entramado insalubre en aquel tejido abigarrado.

Hoy, superados los estragos del sueño moderno, la ciudad histórica regresa con fuerza para demostrarnos que la superposición de usos y los recorridos a pie son claves para un desarrollo más sostenible.

Como contrapartida, ante el empuje del mercado, muchas ciudades están viendo cómo el suelo de sus centros sube de precio, expulsando a los residentes menos favorecidos; y cómo algunas políticas de conservación del patrimonio “esclerotizan” los conjuntos monumentales con el consiguiente riesgo de convertirlos en parques temáticos.

Sin embargo, existen todavía viejos barrios muy compactos y bien comunicados donde se han realizado buenos proyectos de regeneración, mejorando la accesibilidad, el espacio público y sus equipamientos. Son operaciones de reciclado, relleno, sustitución o esponjamiento de la trama tradicional, muchas de ellas con vivienda colectiva redensificada.

La ciudad reciclada

El desmantelamiento de las industrias obsoletas, la renovación de la infraestructura de transportes o el traslado de los centros de distribución a lugares más competitivos han permitido el reciclado de estos terrenos llenos de historia, adyacentes a los núcleos urbanos.

Frente al resto de ciudades descritas en los párrafos anteriores, actualmente muchas instituciones y actores del sector de la edificación proponen un modelo alternativo al de la expansión de la obra nueva, que se basa en la rehabilitación de los edificios existentes, la recuperación de la densidad poblacional perdida en áreas centrales, la mejora del equipamiento urbano y la intervención en barrios industriales en desuso... que permite a las ciudades existentes seguir creciendo por dentro.

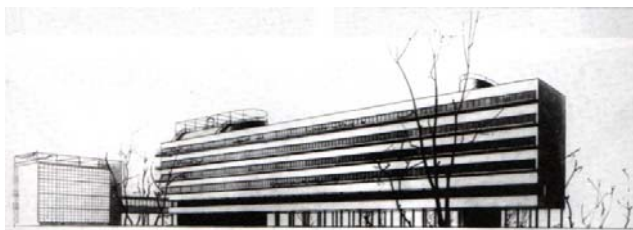
Conclusiones

Como resumen podemos decir que hoy día se rescata un modelo de ciudad tradicional, que parecía haber perdido vigencia en la segunda mitad del Siglo XX a partir de la gran difusión de las urbanizaciones de la ciudad dispersa, impulsadas por la adopción del automóvil como medio preferente de movilidad. Pero, recientemente, la consideración del dinero y el tiempo invertidos en desplazamientos en coche, el conocimiento del mayor impacto ambiental que implican las infraestructuras y edificios en urbanizaciones

aisladas, la preocupación por el aumento del consumo de suelo natural que pasa a ser ocupado por viales, viviendas y jardines, así como la revisión del modelo de vida con la escasa relación social que supone vivir en periferia trabajando en el centro, impulsan una vuelta a los entornos urbanos de densidad media. Se busca una mezcla de usos, una mayor calidad en el espacio público, una vida social integrada, y unos equipamientos distribuidos... que permiten disminuir el uso del coche y, con ello, reducir el consumo de energía y la contaminación asociada.

4. LA CIUDAD Y LA VIVIENDA COLECTIVA, MODELOS DE AGREGACIÓN

En los primeros años de la segunda posguerra, Le Corbusier elabora (primero de forma teórica y posteriormente de forma práctica) la Unité d'habitation de Marsella. Esta iniciativa junto con el edificio realizado en Moscú por el Narkomfin, (fig. buscar) proyecto de Ginzburg y Milinis de 1929, calificado como el "nuevo condensador social" que explora las posibilidades de uso en torno a los servicios comunes de una agregación de células mínimas (la famosa célula de tipo "F" de treinta metros cuadrados junto a otras de corte más tradicional), son dos propuestas que en su día fueron utópicas y aisladas, y se presentan como una nueva manera de definir la relación entre residencia y servicios en la segunda mitad del siglo XX. Definen un nuevo modelo cualitativo, un nuevo tipo de unidad funcional al que deben remitirse todos los razonamientos acerca de la organización del barrio y de sus agregados mayores. Un paso esencial para definir los mínimos elementos de cada función y así poder "eliminar" los modelos tradicionales de agregación.



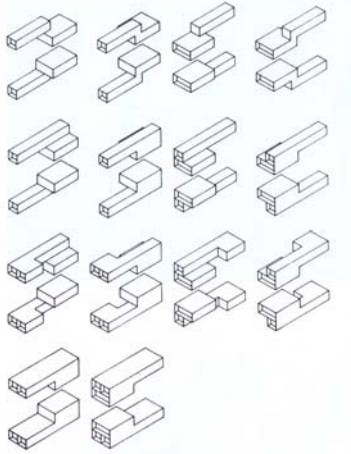
Ginzburg y Milinis. Edificio de viviendas Narkomfin, Moscú, 1929



Atendiendo a la organización doméstica, en la que los servicios pueden ser ofrecidos de forma colectiva en lugar de individual, y buscando modelos de agregación Leonardo Benevolo en su libro "La proyectación de la ciudad moderna" realiza una clasificación que nos puede ayudar a entender la ciudad en relación con la densidad:

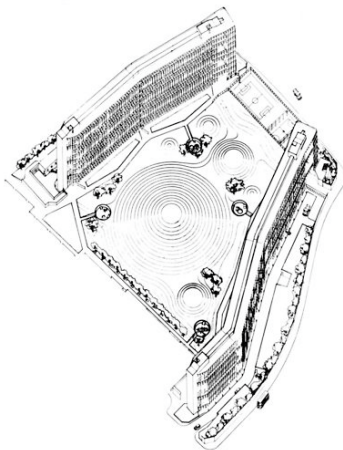
La unidad de habitación homogénea alta

Está formada por viviendas integradas en muchas plantas. Ésta aprovecha las ventajas de la colectividad de muchos servicios.



Viviendas de distinto tamaño obtenidas con la combinación de elementos típicos, en la unidad de habitación tipo Wuppertal

Entre las realizaciones, aparte de las unidades de Le Corbusier, pueden citarse los proyectos realizados por A. y P. Smithson, donde centran su investigación en la definición de un espacio peatonal interior habilitado, para acoger cerca de las viviendas y en las diferentes plantas, todas aquellas funciones de unión, de intercambio, de encuentro, que normalmente se han desarrollado en los espacios urbanos exteriores. Comprende el Golden Lane en Londres y el esquema Golden Lane City para la reconstrucción de Coventry.



A. y P. Smithson. Perspectiva para el edificio Robin Hood Garden, Londres, 1966 – 1972

A. y P. Smithson. Propuesta para reconstrucción de Coventry,

El paso de la escala de la vivienda a la ciudad también se realiza a través del sistema de calles peatonales interiores y de uniones verticales en los dos barrios del Concejo municipal de Sheffield, Park Hill y Hyde Park.

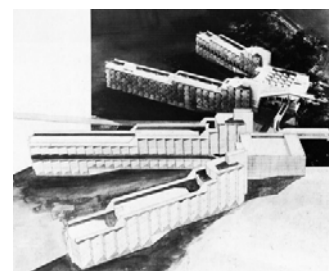


Imagen de los barrios Park Hill y Hyde Park, Sheffield

En este sentido, también son interesantes las aplicaciones y variaciones funcionales del edificio con calle peatonal interior que se encuentran en los proyectos de J. L. Sert para la residencia de estudiantes casados, de Cambridge, Mass, 1962-64, y de J. Stirling para la residencia de la universidad de Saint Andrews, 1964.



J. L. Sert, Residencia de estudiantes casados, de Cambridge, Mass, 1962-64

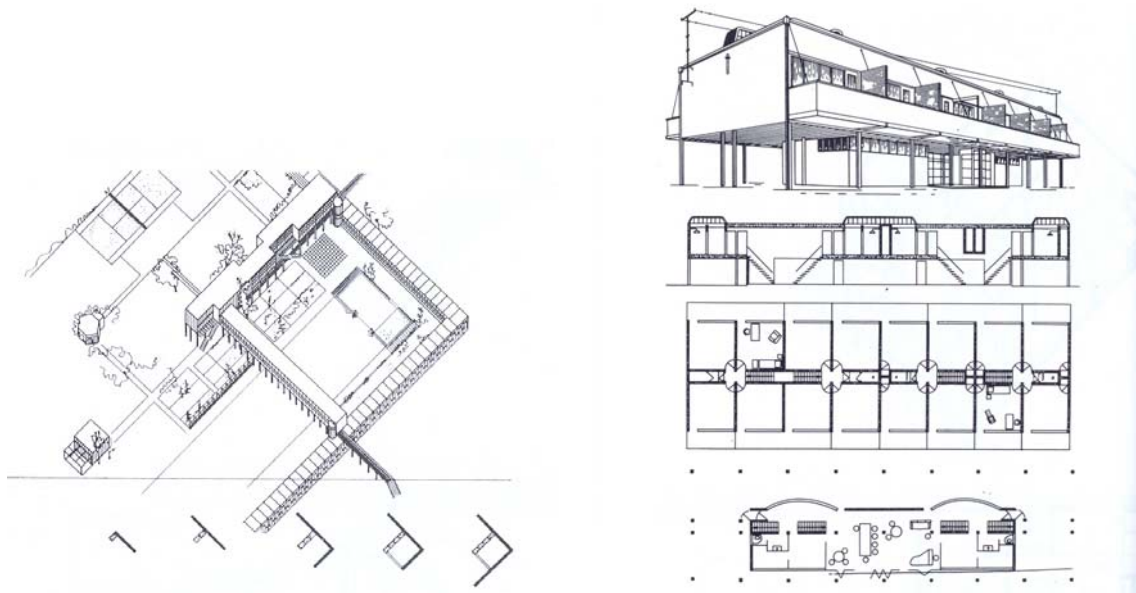


J. Stirling, Residencia de la Universidad de Saint Andrews, 1964

La unidad de habitación homogénea baja

Está formada por viviendas que se asientan individualmente sobre una parcela de terreno. En este caso, para mantener el carácter individual de las viviendas, la necesaria coordinación entre ellas, impuesta por el planeamiento, intenta obtener una densidad no

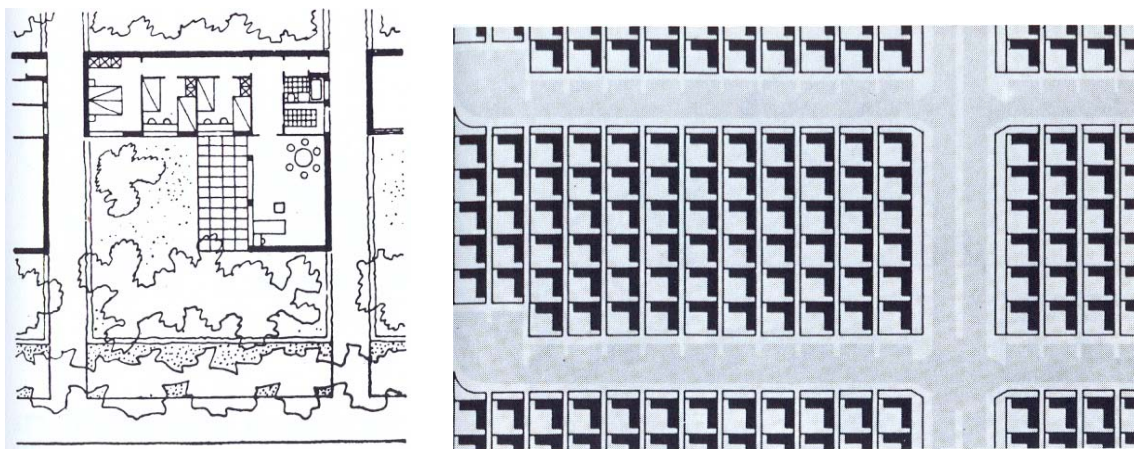
demasiado baja y prevé los servicios primarios indispensables separados pero contiguos. Ejemplos de viviendas en hilera en torno a espacios para los servicios comunes son las realizadas en los estudios basados en el modelo soviético de la comuna, como las realizadas por el grupo Stroikom que constituyen una base esencial para investigaciones posteriores.



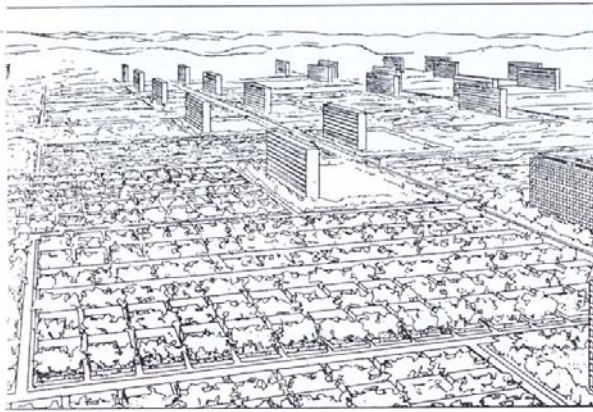
Stroikom, axonometría de una comuna de habitación, 1928-1930

Stroikom, una residencia con comunicación desde abajo, 1928-1930

Los proyectos de L. Hilberseimer, elaborados hacia 1930, sobre el tema de la casa con patio y tipología en L, tienden a determinar el límite de la conveniencia económica de las agregaciones de casas bajas y demuestran la posibilidad de llegar, con este tipo de vivienda, a densidades de edificación incluso elevadas y, en cualquier caso, no inferiores a las alcanzadas en los centros urbanos. (fig. pag. 163, 164).

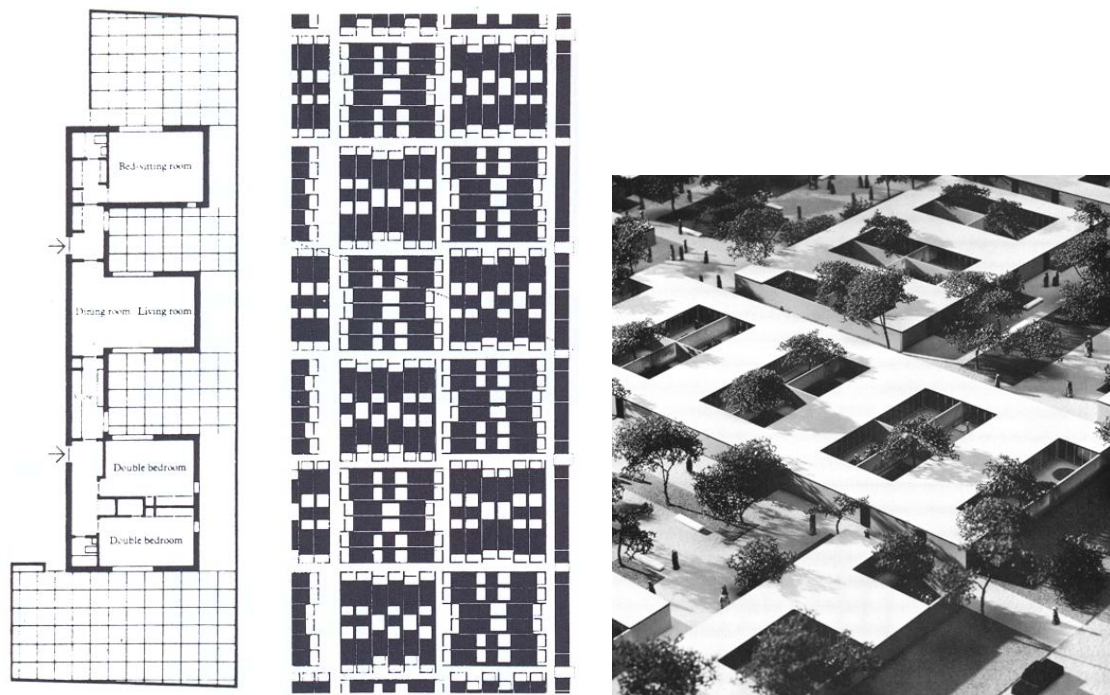


L. Hilberseimer, célula tipo y esquema de agregación en planta de la ciudad horizontal, 1929



L. Hilberseimer, la ciudad horizontal, 1929

La asociación de casas bajas de alta densidad se convirtió en uno de los temas de investigación sobre la casa de bajo coste y su forma de extensión orgánica en los estudios realizados por S. Chermayeff y Ch. Alexander. Estas relaciones entre las viviendas individuales y los espacios públicos están recogidos en la obra “Comunidad y Privacidad” versión castellana de 1975 de su libro de 1968.



S. Chermayeff y Ch. Alexander, planta y agregaciones de viviendas con patio

La unidad de habitación mixta

Ésta ofrece una variedad de viviendas de los dos tipos, en construcciones de diferente altura. Este modelo fue teorizado por Bakema y Van den Broek en el CIAM de Aix en Provence de 1953 y aplicado en numerosos proyectos hasta el año 1973. En ellos, la repetición es un factor básico en la conformación del tejido urbano y de su

racionalización, determinante además de la calidad espacial del tejido. Esta repetición intencionada genera diversidad de escenas y paisajes urbanos. El proyecto Klein Driene es un fragmento urbano situado en Hengelo, realizado entre 1956 y 1958 (662 viviendas agrupadas en seis sectores), que configura un conjunto residencial, con una densidad de 100 viv/ha, a partir de una única manzana que se repite. La manzana combina cuatro tipologías edificatorias dispuestas en esvástica, que generan una secuencia de espacios que convergen en un espacio común central. Se trata de una manzana abierta, donde la combinación de tipos de edificatorios elementales, el bloque lineal y la hilera de viviendas, dispuestos de manera que formen grupos visuales, establecen relaciones diferentes en las sucesivas agrupaciones, aportando valores esenciales a la imagen urbana.



Bakema y Van den Broek. Planimetría del barrio de Klein Driene, de Hengelo

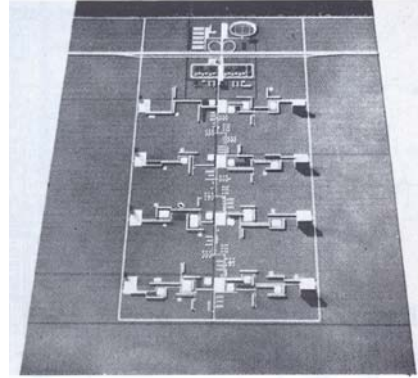
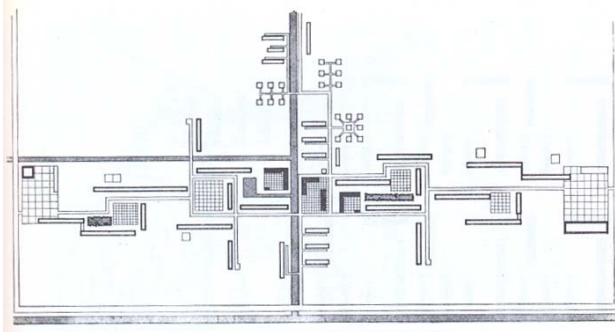
La relación entre los edificios y el vacío entre ellos, así como el espacio intersticial generado, pasan a ser más determinantes en la imagen global de la ciudad que la imagen de los edificios individualizados. Las lógicas de implantación y la trama son los elementos generadores del orden urbano, mientras que la arquitectura tendría que disfrutar de libertad formal, aportando diversidad al paisaje urbano. (1)

(1) Compacidad, diversidad y flexibilidad en proyectos urbanos residenciales. Teresa del Valle Varela y Francesc Peremiquel Lluch. Cuaderno urbano. ISSN 1853-3655.

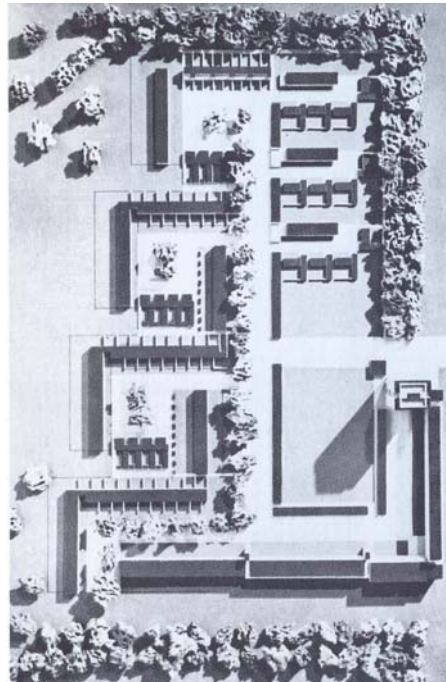
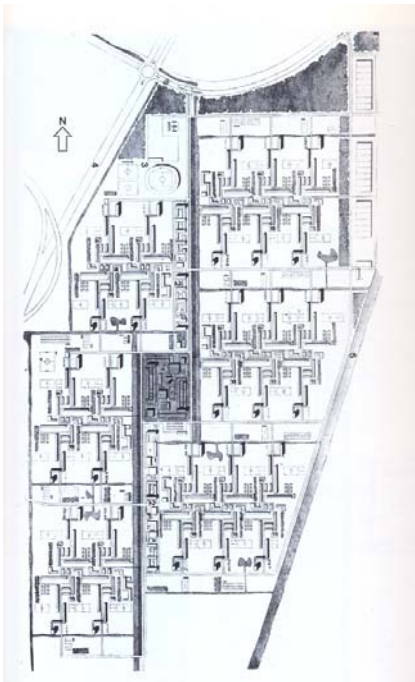
Entre el resto de los proyectos realizados por Bakema y Van den Broek destacamos los siguientes:

- Alexanderpolder de 1956 (4 unidades de unas 9.000 viviendas).
- Plan de Noord Kennemerland, realizado entre 1957 y 1959 (unidades de 900 viviendas, agrupadas de tres en tres para un total de 190.000 habitantes).
- Barrio Woensel de Eindhoven, 1962 (1 unidad para 1.100 habitantes con casas ampliables).

- Plan Pampus para la ampliación de Amsterdam, 1965 (350.000 habitantes agrupados en unidades de 10.000 habitantes)
- Barrio 't Holl, de Eindhoven, 1968 (1 unidad para 4.000 habitantes con casas ampliables).

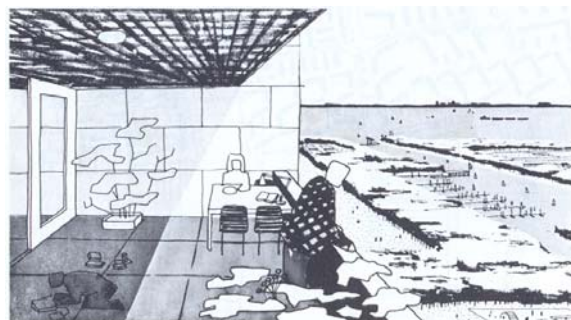
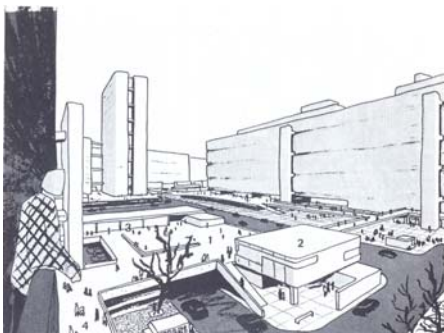


Bakema y Van den Broek. Planimetría y maqueta de uno de los proyectos para el Alexanderpolder, 1956

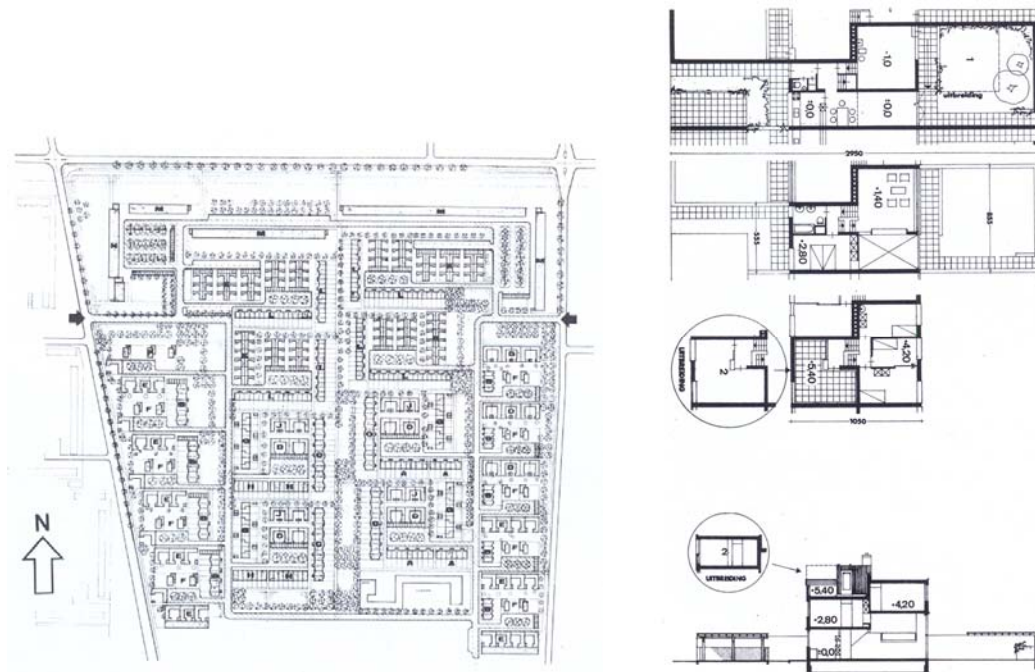


Bakema y Van den Broek. Plano de Noord Kennemerland. Esquema de las unidades de habitación

Bakema y Van den Broek. La unidad de habitación con casas ampliables de Eindhoven



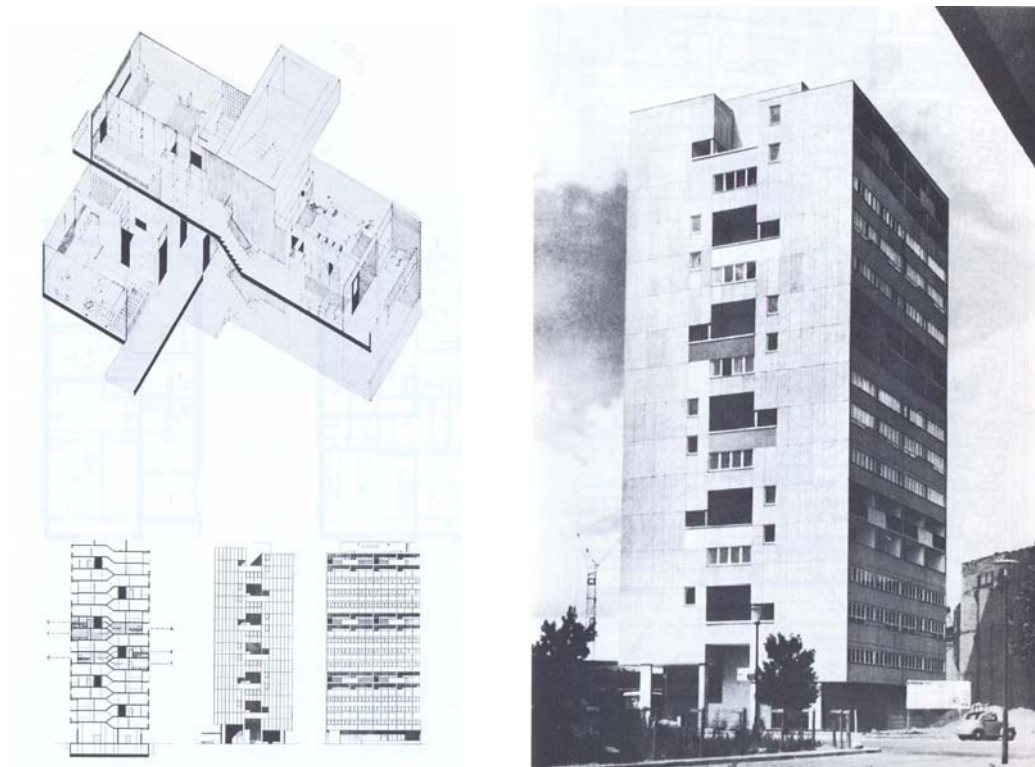
Bakema y Van den Broek. Bocetos de la unidad de habitación mixta. Plan Pampus para Amsterdam, 1965



Bakema y Van den Broek. Planimetría del barrio y plantas y sección de la casa ampliable de 't Holl, 1972

En la unidad mixta se vuelven a utilizar algunas tipologías de edificios tradicionales (casas en hilera, casas en línea) junto a tipologías más actualizadas o especiales (casas con calle interior, casas ampliables). Todas ellas se hallan, sin embargo, inmersas en un organismo nuevo en el que la casuística de su asociación ya está prevista y definida, y en donde a cada tipología le está asignada un papel específico en la definición de los diferentes ambientes que alojan las funciones de la vida asociada, tal como lo definió N. J. Habraken en su libro "Soportes: una alternativa al alojamiento de masas". En algunos casos (Kennermerland y Pampus) la coherencia del método permite definir hasta una escala paisajística y muchos niveles de agregación, sin perder contacto con la proyectación arquitectónica de los elementos individuales.

De esta serie de magníficos proyectos de Bakema y Van den Broek, se han quedado en idea todas aquellas propuestas que alteraban los tradicionales modelos de crecimiento urbano, y sí han encontrado una fácil ejecución los pequeños complejos como el paradigmático de Hengelo o el barrio 't Holl de Eindhoven, así como los edificios singulares, aislados del conjunto para los que habían sido creados como la torre del Hansaviertel de Berlín de 1957, que plasma uno de los tipos estudiados para la unidad del Noord Kennemerland.



Bakema y Van den Broek. Sección, alzados y vista de la torre en el Hansaviertel, Berlín, 1972

Estas realizaciones, al igual que las unidades de Le Corbusier, aunque son de extensión limitada y tienen una escasa incidencia en el orden territorial total, han contribuido a la difusión y a la entrada en el uso común de varias innovaciones tipológicas y agregativas. De forma aislada e influenciado por Le Corbusier, existen algunos complejos de unidades mixtas en Sudamérica, de la que podemos destacar el complejo residencial de Pedregulho de A. Eduardo Reidy en Río de Janeiro (1947-1952) (insertar fig. libro). En este complejo con 750 viviendas, asilo, escuela, centro sanitario, lavandería, centro comercial y zonas recreativas, podemos ver también la influencia del edificio Narkomfin, proyecto de Moisei Ginzburg e Ignaty Milinis, de 1929 en el que se utiliza de nuevo la célula tipo F.

La densidad, que nos lleva a la investigación sobre las unidades de habitación, ha influido en la tipología de los edificios, tanto en las unidades homogéneas altas (donde las galerías y las calles interiores resultan convenientes) como en las mixtas (donde se han producido estudios sobre la casa ampliable).

En ambos modelos de agregación, los espacios colectivos e intermedios, en la confluencia entre el espacio privado de la vivienda y el espacio público de la calle, favorecen el conocimiento y la relación entre los vecinos. Cuantos más gradientes haya entre lo público y lo privado mejor. Lo deseable es paso gradual desde las calles más ruidosas y transitadas, ejes de transporte público, a calles comerciales y peatonales, espacios

ajardinados y plazas hasta jardines, vestíbulos, zaguanes, patios y pasarelas, hasta llegar al interior propio, pasando por espacios de muy diverso ambiente y pisando suelos distintos. La red de espacios intermedios será en un futuro inmediato elemento clave para fomentar los valores de sociabilidad, solidaridad y civismo entre la comunidad.

Otra cuestión importante de cara a la ciudad futura es recuperar usos mixtos, las edificaciones híbridas, la mezcla de usos no sólo en un área sino también en una misma parcela.

Para llevar a buen fin la “redensificación”, en condiciones óptimas para la comunidad es necesario que haya una buena sintonía de los diferentes elementos que intervienen en la construcción: los agentes (como el propietario del suelo, el gobernante, el urbanista, el promotor, el arquitectos y los ciudadanos) y los flujos naturales que forman parte del ecosistema del territorio (clima, topografía, cursos del agua, movilidad de las personas y bienes...).

En el desarrollo de las unidades será muy importante la previsión de una estructura soporte bien organizada capaz de albergar diferentes unidades habitacionales de relleno, donde además habrá que realizar una buena previsión de la centralización de las instalaciones, con el fin de conseguir por una parte un desarrollo económico, rápido y eficiente, y por otro la posibilidad de sustitución de forma fácil y ágil en el futuro las unidades de relleno, parte de ellas o bien las instalaciones, tema estudiado por N. J. Habraken en su libro “el diseño de soportes” de 1974, y que desarrollaremos en un capítulo posterior.

VIVIENDA SOCIAL EN ESPAÑA Y EL CONTEXTO URBANÍSTICO

1. CIUDAD Y VIVIENDA TRAS LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

La Revolución Industrial

En torno a la segunda mitad del siglo XIX, la Revolución industrial transformó tanto la ciudad histórica como la imagen que hasta entonces existía de la ciudad capital. La fuerte migración hacia los grandes núcleos urbanos produjo diferentes reacciones en la ciudad existente: dividir y compartimentar los viejos caserones históricos en pequeños y míseros contenedores, o propuestas como llevar las nuevas clases fuera de la ciudad, con construcciones extramuros de barrios obreros, manteniendo el casco histórico para sus antiguos poseedores, o también construir la ciudad de la burguesía fuera del límite de las murallas.

La materialización de los Ensanches supuso la expulsión fuera del nuevo límite (hacia espacios más baratos) de aquella emigración que precisaba de suelo donde vivir. Y fue entonces, en los momentos finales del XIX y comienzos del XX, cuando se produjo el gran quiebro en la cultura arquitectónica, al abrirse el debate sobre cómo debía ser la nueva vivienda obrera, dónde ubicarlas y sobre cómo se accede a las mismas.

En estos ensanches nunca se planteó el debate sobre cómo debía ser el programa de necesidades de una vivienda, cómo deben ser las características de las cocinas, de los dormitorios, el estar o los baños. El primer gran cambio aparece cuando la construcción de las viviendas sociales se plantea tanto desde la óptica de la arquitectura como desde el urbanismo: se debate sobre si construir o no ciudades jardín alejadas de la gran urbe integradas bien en planes regionales o comarcales. Se construyeron ciudades satélites, así como barrios periféricos en ciudad jardín, o barrios jardín en el interior del límite de la metrópolis. Surgió una burguesía, que siguiendo las experiencias alemanas e inglesas, reclama las barriadas jardín con viviendas de lujo en barriadas situadas dentro de los ensanches (como parques urbanizados), al mismo tiempo se plantean las barriadas jardín fuera del límite del centro urbano para viviendas para la clase trabajadora, y colonias de casas baratas. Surgen así diferentes problemas, si para las ciudades satélites el problema prioritario es el transporte colectivo, para la ciudad jardín el problema será, aparte de definir el programa de necesidades, conseguir una pequeña parcela verde que actúe como huerto o jardín familiar.

Posteriormente se debatirá sobre la conveniencia de abandonar la propuesta de viviendas unifamiliares, para edificar en el interior de los ensanches grandes bloques de alta

densidad. El gran cambio aparece cuando desde la arquitectura se abre la reflexión sobre varios aspectos: definir la célula desde lo que la vanguardia se llamará el “espacio mínimo”, establecer el programa de necesidades junto con la existencia de equipamientos comunes, definir nuevos sistemas constructivos dirigidos a abaratar la construcción, y por último, fijar unas pautas que asignan al Estado la responsabilidad de la construcción viviendas sociales y económicas. Todo este debate se formalizará en los CIAM y en la Carta de Atenas.

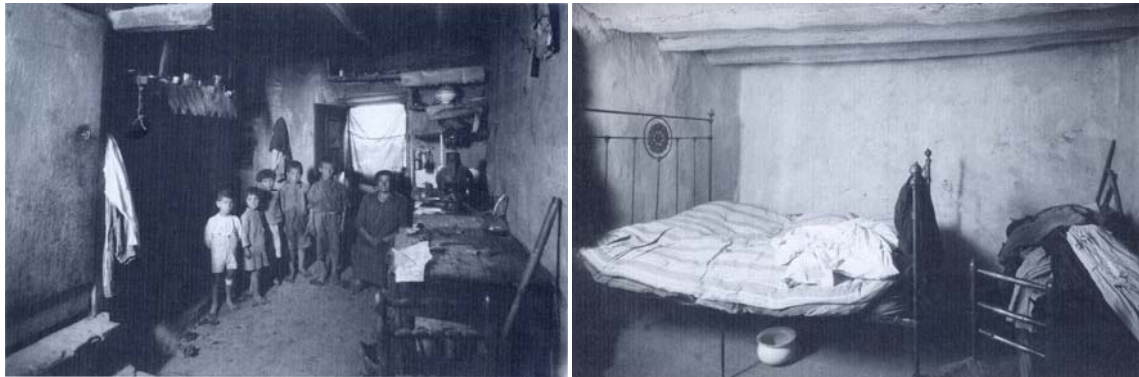
Comienzan a debatirse cuestiones de la vivienda, como cuál debe ser el programa de necesidades en función del número de habitantes, también se analizan las viviendas en doble crujía en las que las habitaciones se orientan hacia las zonas verdes, mientras que los servicios se disponen opuestos a éstas. Se analizan las circulaciones y se experimenta sobre cómo disminuir el espacio distribuidor. Si en los comienzos de siglo se sustituyó la habitación única multifuncional, característica de los tugurios decimonónicos, por viviendas económicas donde aparecieron por primera vez las cuatro piezas (baño, cocina, estar y dormitorio), al final de la década de los veinte, la preocupación era diseñar cada una de éstas desde la economía y se iniciaba la reflexión sobre “habitaciones de día” y “habitaciones de noche”. Buscando la reducción de costes se abrió la reflexión sobre la posible estandarización de los elementos constructivos aplicando las corrientes tayloristas y criterios de industrialización.

La Carta de Atenas

El mayor problema al que tuvieron que enfrentarse los arquitectos de la modernidad en los años 20 de siglo pasado fue el tema de la vivienda, tanto por su escasez, como por la insalubridad de las mismas y de los barrios, tanto en los ensanches como en las periferias. Esta crisis de la vivienda afectaba a millones de personas. Esta generación de jóvenes arquitectos del Movimiento Moderno era consciente de que la principal tarea que tenían por delante era ingente. Tras varias décadas de un urbanismo entendido como una cuestión de forma, *Art Urbaine* (instituido por la alta burguesía decimonónica), éste no había sido capaz de solucionar una cuestión que por cuestión de escala se había convertido en un problema de salud pública. Por ello, la Carta de Atenas, redactada a partir de las conclusiones del IV CIAM, tenía algo de diagnóstico médico. En ella se hablaba de la biología y psicología de los ciudadanos y se expresaba con términos tales como “órgano”, “cáncer”, “salubridad” o “patología”.

La Carta de Atenas apuesta por identificar la ciudad y la vivienda. Ésta se convierte en el centro de las preocupaciones urbanísticas y en la referencia obligada de sus previsiones

futuras. Surge así el concepto de “célula de habitación” como el elemento primario y fundacional. La agrupación de estas células generará en secuencias sucesivas las “unidades de habitación”, los barrios y, finalmente, la ciudad misma.



Interior de una subvivienda en la muralla de Lleida, 1929

Este primer paso, reconocer que la ciudad ante todo son sus viviendas y no los parques, teatros, bulevares que protagonizaron las transformaciones urbanas del siglo anterior, debía dar un paso más y reconocer que el problema de la crisis habitacional no podría solucionarse sin la intervención del Estado: *“El interés privado, que sacia a una minoría mientras condena al resto de la masa social a una vida mediocre, merece severas restricciones. Debe ser subordinado siempre al interés colectivo, de modo que cada individuo tenga acceso a esos goces fundamentales que son el bienestar de hogar y la belleza de la ciudad”* (artículo 95). De esta manera, la Carta de Atenas denunciaba décadas de especulación con la vivienda obrera y que habían repartido por la geografía global de la industrialización funestas tipologías residenciales muy por debajo de los estándares que la modernidad planteó como límite de la dignidad humana, el denominado *Existezminimum* (1). La construcción de viviendas debía ser asumida por el Estado, es decir, cuando la Carta de Atenas decía “vivienda” quería decir “vivienda social” (2)

(1) En aquellos años, tener una existencia más o menos prolongada dependía, en gran medida, del barrio donde se habitaba. Así, mientras que el promedio de la esperanza de vida de los habitantes burgueses de Londres se situaba en los 55 años, la de los barrios obreros era de 29 (datos de 1887).

(2) García Vázquez, Carlos. Ciudad i vivienda social en la España democrática: muerte y resurrección de la carta de Atenas. Publicado en: La vivienda protegida. Historia de una necesidad. Ministerio de España. 2009.

Para que el suelo pueda estar disponible en cualquier momento y a un valor equitativo y para que las iniciativas privadas se subordinen a los intereses colectivos, la Carta de Atenas apostaba por un instrumento ya existente, pero que había estado en manos del poder económico: el plan urbanístico. Éste debía esbozar el futuro de la ciudad., describir su carácter, prever su desarrollo y limitar sus excesos. Así el binomio vivienda social y plan urbanístico era sobre el que la Carta de Atenas sostuvo el espíritu en el que se

pretendía construir la ciudad moderna. En el CIAM de Bruselas de 1930, dedicado a la cuestión del barrio, Gropius planteó el dilema sobre qué era necesario para abordar la arquitectura y la forma urbana de la ciudad moderna: ¿la casa baja, media o alta? La respuesta llegó tres años más tarde en el IV CIAM y en la Carta de Atenas que consagró la “casa alta” como la única opción realista de afrontar el problema de la vivienda social. Con ésta se garantizaban distancias razonables entre los distintos órganos funcionales de la ciudad, evitando los desplazamientos excesivos asociados al modelo suburbial disperso y permitiendo además ahorrar un suelo que era necesario para las actividades de esparcimiento.

La Carta de Atenas estaba convencida de que el problema de la vivienda social pasaba por su racionalización en clave industrial, la prefabricación y la estandarización. Una arquitectura de masas construida para las masas. Así la “célula de habitación” derivó en muchas de las veces en Europa y más tarde en España, en un esquema sin cualidades generador de edificios esquemáticos, barrios esquemáticos y ciudades esquemáticas en una “taylorización” de la industria de la construcción. Se reconstruyeron durante la década de los 50 y 60 la mayoría de las ciudades tras la segunda Guerra Mundial en uno de los periodos de crecimiento más prolongados del capitalismo.

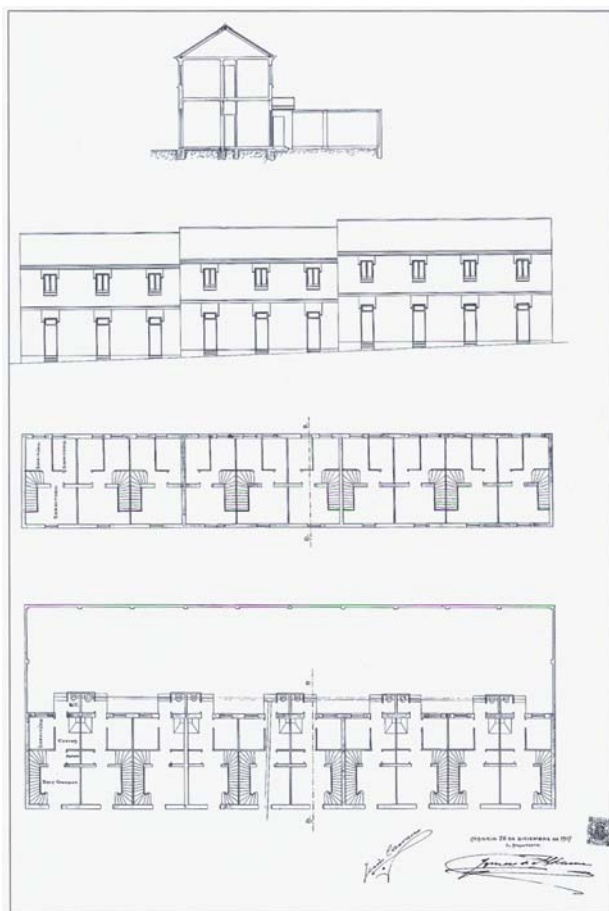
2. LA VIVIENDA SOCIAL DE PRINCIPIOS DEL SIGLO XX

Las Casas Baratas

El término español “Casas Baratas” es una traducción casi literal del concepto francés “habitations à bon marché” (HBM). Esto supone que la idea de partida no es original, sino que estaba inspirada en las experiencias habitacionales de otros lugares de Europa (Francia y Gran Bretaña fundamentalmente). En España, el fenómeno de las “Casas Baratas” debe ser considerado como el primer intento serio de intervención pública y contribuyó a aliviar las enormes carencias en torno a la habitación de las clases populares. La primera ley aparecida en 1911 no surgió de forma espontánea sino espoleada por la pésima situación de la vivienda social y las denuncias de la misma. Los tipos más populares de moradas obreras en aquel tiempo eran las viviendas rurales, las mineras (tipo cuarteleras, construidas por las compañías), y las populares urbanas (bloque de viviendas interclasista de un solo propietario, en el que la planta baja estaba ocupada por oficinas y la viviendas del portero, la primera por una familia burguesa y las restantes mucho más subdividas ocupadas por familias de clases media hasta llegar al proletariado). Esta legislación de las “Casa Baratas” de 1911 hasta 1937, que se

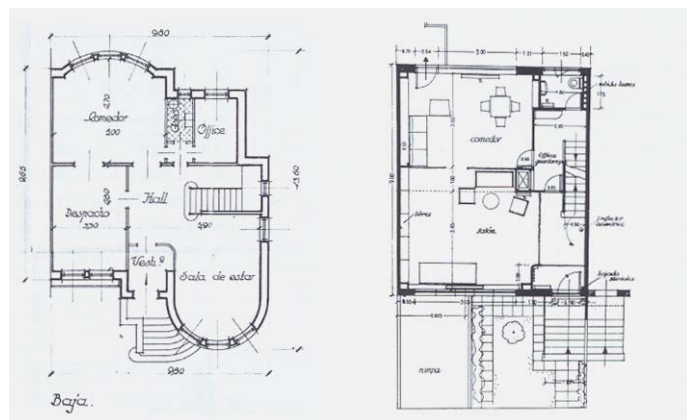
desarrolló con un Reglamento de 1912 pretendía la construcción de viviendas nuevas y el arreglo y saneo de las antiguas. Así recogía una serie de preceptos técnicos de tipo higiénico, sanitarios, calidad, altura, presencia de jardines o espacios sin edificar (1/3 en las viviendas unifamiliares y 1/4 en los bloques), en cuanto a la dimensión arquitectónica simplemente se aconsejaba seguir las costumbres y los materiales arquitectónicos locales. Los aspectos fundamentales de la norma eran: la creación de Juntas de Fomento y Mejora de la Habitaciones Baratas sobre todo las dependientes de los Ayuntamientos, a los que en cierto modo se responsabiliza de llevar a cabo este asunto; la contemplación de exenciones fiscales de todo tipo; y la intervención de las Cajas de Ahorro y los Montes de Piedad como constructores directos o como promotores indirectos. A pesar de las buenas intenciones con que nació, la Ley fracasó totalmente.

A finales del siglo XIX, se constituyó "La Constructora Benéfica" que era una asociación católica de caridad dedicada a proporcionar viviendas higiénicas a las clases trabajadoras o desacomodadas. Sus actuaciones se realizaron en Madrid y su extrarradio más próximo. Esta asociación también se acogió a las subvenciones que fijaban la Ley de las Casas Baratas de 1911. Se construyeron principalmente pequeños bloques de tres plantas y viviendas unifamiliares de doble altura.

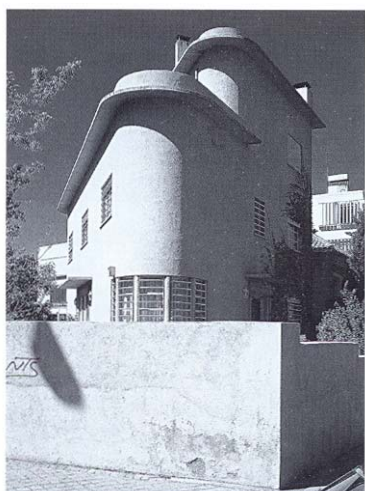


La Constructora Benéfica. Planta, alzado y sección de vivienda, 1917

En 1931, al comienzo de la segunda República y al amparo de la Ley de Casas Económicas de 1924, promulgada por la dictadura, el arquitecto Rafael Bergamín, en colaboración con Luis Blanco-Soler, basándose en su dudoso articulado y en el máximo aprovechamiento de la ordenanza, construyen 69 viviendas aisladas de semilujo para profesionales liberales, en parcelas con jardín. Las viviendas de la “Colonia Parque Residencia” constan de tres plantas con ligeras variaciones de un mismo programa que obedece a la planta libre y espacio fluido. El sistema constructivo, de gran austeridad, elimina todo cuanto es innecesario en el exterior, por lo que sus volúmenes puros, de cubierta plana son un gran exponente del Movimiento Moderno y del racionalismo de Madrid.

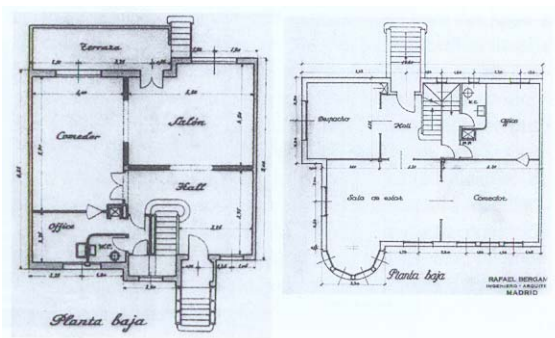


Colonia Parque Residencia, Madrid, 1931-1934



Colonia Parque Residencia, Madrid, 1931-1934

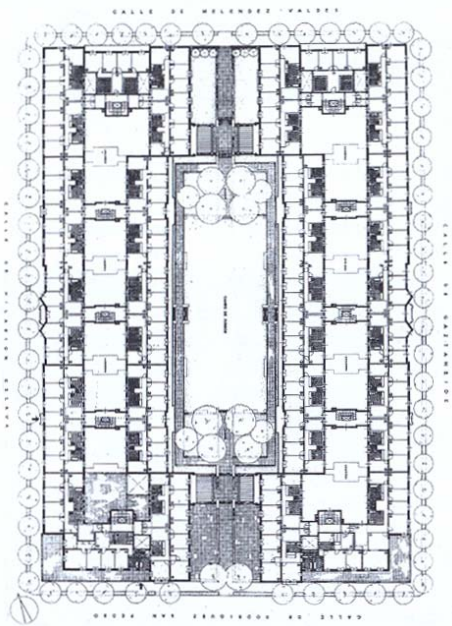
En 1933, en plena Segunda República, el arquitecto Rafael Bergamín se encargó de construir al nordeste de Madrid un complejo residencial con la denominación “Cooperativa de casas económicas El Viso”, basado en la anterior cooperativa, pero con una mayor especulación sobre los terrenos. Son viviendas unifamiliares de fachadas sobrias destinadas a intelectuales y profesionales liberales de clase media-alta de la época, inspiradas por el modelo de ciudad jardín y las vanguardias alemanas, así como en la obra de Adolf Loos. Su racionalismo le llevó a economizar costes por medio de la normalización de elementos repetitivos y la eliminación de elementos decorativos y ornamentales. El esquema general de la colonia responde a una trama ortogonal en espina de pez, formada por pequeñas manzanas de viviendas unifamiliares en hilera con jardín delantero y trasero. Las tipologías básicas eran cuatro: las dos primeras A y B, de 200 m² construidos en las zonas centrales, la C se dispone en los extremos y son casi todas especiales y la D responde a necesidades de menor superficie y se sitúan en el centro de la hilera.



Colonia El Viso, Madrid, 1933-1936



Paralelamente en 1930, previo a la Segunda República y acabado justo con la proclamación de ésta, Secundino Zuazo realizó uno de los complejos residenciales más representativos de la modernidad racionalista de esa década, "la Casa de las Flores". Realiza una crítica radical al modelo de manzana para el ensanche de Madrid, y proyecta una derivación del patio de manzana cerrado con un gran patio jardín abierto a modo de calle interior. A ambos lados, en dirección norte sur se disponen dos cuerpos edificados de cinco alturas, en doble crujía que quedan unidos por núcleos centrales de comunicación. El resultado es una simplificación que prefigura el futuro bloque en H. El tratamiento exterior es de un gran rigor constructivo, incluidos los balcones y jardineras. Estas viviendas también se estudiarán en el capítulo de flexibilidad, como planta neutra.



Secundino de Zuazo Ugalde, Casa de las Flores, Madrid, 1930-1932



Secundino de Zuazo Ugalde, Casa de las Flores, Madrid, 1930-1932

3. LA VIVIENDA DE LA POSGUERRA: UNA REVISIÓN DE LA LEGISLACIÓN

El Instituto Nacional de la Vivienda (INV) y la Obra Sindical del Hogar (OSH)

Tras la Guerra Civil, con la consiguiente penuria económica y la escasez de viviendas principalmente proletarias, además de un renovado e intenso movimiento migratorio del campo a las ciudades, hace que la construcción de viviendas sea una de las prioridades del nuevo Estado Nacional Sindicalista, que ideológicamente considera la casa “el centro de expansión del espíritu y el marco en el que se encuadra la familia”. También se pretendía recuperar un modelo urbano que hasta el siglo XIX se consideraba natural: la mezcla social en barrios e incluso en edificios de la población, evitando el distanciamiento que la Ley de las Casa Baratas no había contemplado.

En 1939, se promulga la “Ley del Régimen de Protección a la Vivienda de Renta Reducida” y se crea el “Instituto Nacional de la Vivienda” como instrumento capaz de orientar la política franquista: construir viviendas modestas, intentando corregir errores pasados y basado en las experiencias extranjeras. También nace la “Obra Sindical del Hogar y de la Arquitectura” (OSH), entidad dependiente de la Delegación Nacional de Sindicatos como brazo ejecutor del Instituto.

El Instituto gravita en su sección técnica sobre la figura del arquitecto José Fonseca, gran conocedor de los problemas del medio agrícola español y de lo que se plantea en otros países como Italia. Fonseca sienta algunas de las bases de lo que va a ser su actuación en el INV, como la convocatoria de concursos para resolver el problema residencial, la vinculación de la casa al trabajo, un gran interés por construir cerca de las fuentes de riqueza, la colaboración de los ayuntamientos, y la promoción de viviendas rurales asociadas a equipamientos concretos.

Los años cuarenta. En la búsqueda de un modelo de vivienda social

En 1941, Fonseca redacta las ordenanzas de la Ley de Viviendas Protegidas, concisa y en parte moderna, racional y flexible en los aspectos compositivos, avanzada en los constructivos, y rígida en los funcionales: establece una superficie útil mínima de 54 m²; la incomunicación entre dormitorios; la obtención de la luz directa en todas las habitaciones; pretende evitar excesos de movimientos de plantas que encarezcan la construcción; el cumplimiento de orientaciones; prescribe una superficie mínima en función del número de personas de cada una de las habitaciones (ofreciendo incluso algunas opciones); y sistemas de saneamiento y evacuación, distinguiendo entre los de medio rural y urbano. Se define la vivienda rural como “la habitada por un labrador que viva principalmente del trabajo de la tierra por cuenta propia o ajena”, y establece para este tipo de viviendas que las dependencias agrícolas (cochiqueras, gallineros, conejeras o estercoleros) también quedan sujetas a protección.

En las ordenanzas hay varios capítulos dedicados a la construcción donde las mismas se muestran de una gran modernidad (se señalan medidas contra incendios, humos, gases y ruidos). Se presta atención a la organización de los grupos de viviendas en relación con los anchos de vía y el número de plantas, siendo la máxima de cuatro sin ascensor, incluyendo la baja, y cinco con él.



Distribución de manzanas. Ordenanzas de Viviendas Protegidas, 1939. Instituto Nacional de la Vivienda

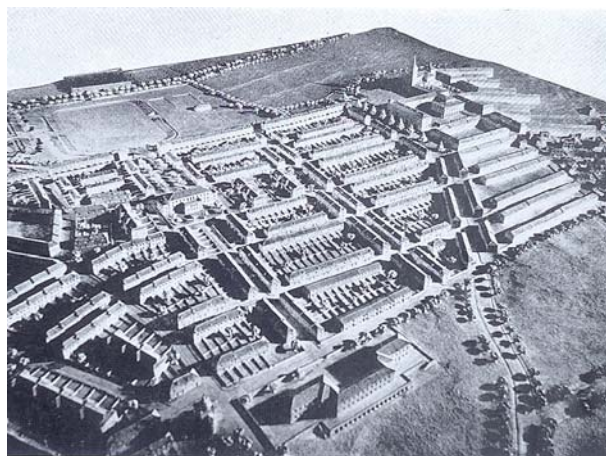
En esta primera normativa del INV, las cuestiones urbanísticas van a adquirir una importancia considerable, apostando por parcelaciones económicas y en especial por las llamadas manzanas “Radburn” o americanas y las alineaciones dobles y múltiples. Las primeras son grandes superficies rodeadas por arterias que canalizan y agilizan el tráfico, al reducir los cruces, y delimitadas por los diferentes tipos de vivienda, y quedando en el centro los equipamientos y jardines, a los que se accede por las vías de penetración rodadas y senderos peatonales. Fonseca es proclive a la creación de grandes ciudades a costa de absorber los municipios inmediatos.

Todas las actuaciones iniciales del INV van a corresponder a viviendas en el ámbito rural (objeto de predilección del Instituto), y sólo el 15% de las actuaciones corresponderían a capitales de provincia. Esto resultó un fracaso debido a la dificultad de encontrar entidades constructoras que acometieran las obras.

De esta forma, la sección de Arquitectura del Instituto le había dado el carácter de investigación a esa política de mejora de las condiciones de vida en el campo, y surge así un concurso de viviendas rurales en 1939, y poco después otro para definir los tipos por comarcas. En 1941, se aprueba por parte del Instituto la ejecución de alguno de los mismos como experiencia piloto y crear “la semilla de los buenos hogares”. Como ejemplo se encuentra la construcción del barrio del Tercio y el Terol (Carabanchel Bajo), municipio rural, entonces colindante con Madrid. El barrio refleja los recientes concursos de casas rurales, como lo prueba su baja densidad con viviendas unifamiliares de dos plantas y seis tipos, que incorporaban un huerto propio. Como complemento se preveían varios bloques de tres alturas y dos viviendas por nivel, con locales comerciales y edificaciones complementarias (como talleres, almacenes), y tres focos singulares: la iglesia con su plaza, el centro de salud y la escuela (que no se realizaron).



DGRD. Plaza del barrio del Terol, 1940



DGRD. Maqueta de los poblados del Terol y Tercio, 1940

Se redacta el primer Plan nacional de la Vivienda (1944-1954), sin embargo la media de viviendas construidas en ese periodo es de 16.000 viviendas anuales. Este fracaso del Plan fue pronosticado por el Instituto Técnico de la Construcción Eduardo Torroja, el cual como contribución a su remedio convocó en 1949 un concurso internacional para la construcción de 50.000 viviendas anuales, incidiendo en la prefabricación y estandarización. Fonseca, que participó como miembro del jurado, y con la presión del INV, logró que las propuestas ganadoras fueran más cercanas a sus preceptos, en las que se apostaba por lo artesanal y rural, rechazando la modernización e industrialización de los medios de construcción. (1)

(1) Sambricio C.: "Torroja y el concurso internacional de vivienda prefabricada de 1949" en Sambricio C.: Un siglo de vivienda social 1903-2003, tomo II, Madrid: EMV. Ministerio de Fomento y Consejo Económico y Social, 2003.

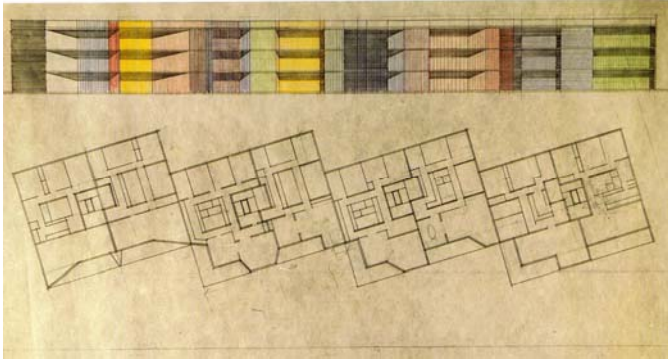
En las oficinas del Obra Sindical (OSH), en las que trabajaban arquitectos como Ricardo Abaurre, Rafael de Aburto, Francisco Asís Cabrero, José Antonio Coderch, Fernández del Amo y Alejandro De la Sota se instaló un sistema de trabajo que paradójicamente pudiera llamarse comunista: nadie era autor del trabajo. Un proyecto iniciado por uno, era acabado por otro y construido por un tercero. En aquellas oficinas, los arquitectos desarrollaron una intensa conversación arquitectónica, al margen del régimen franquista, que les llevó gran parte de los años 40 con la construcción de viviendas especialmente rurales (de gran similitud entre ellas), y al comienzo de los 50 estaban preparados para proponer una arquitectura. (1)

(1) Ruiz Cabrero G.: El moderno en España, Arquitectura 1948-2000, Tanais, Sevilla, 2001.

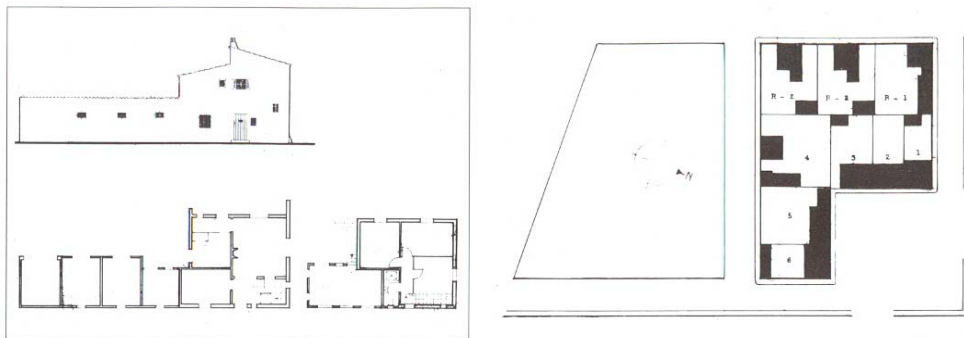


Rafael Aburto, Viviendas en Quintanar de la Orden, 1946

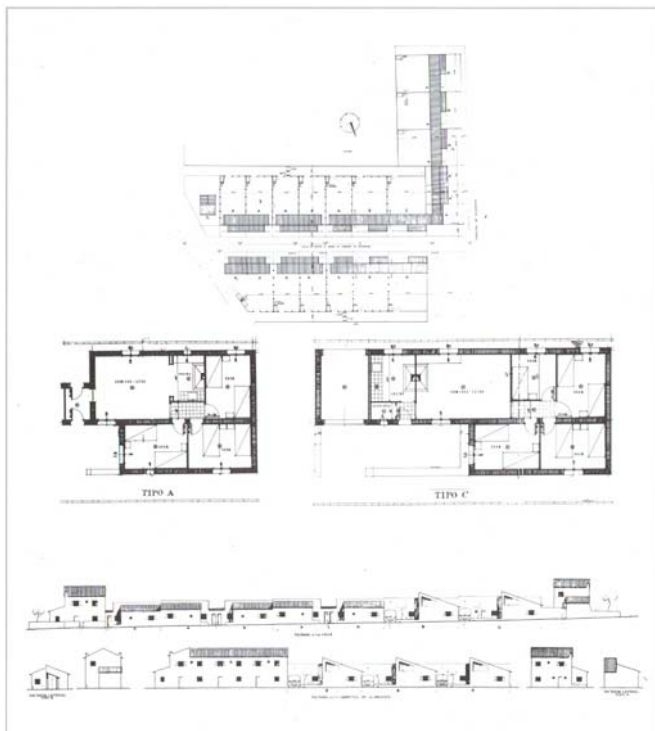
Existe una gran similitud entre todas las viviendas construidas por la OSH en España, en especial en las viviendas rurales, donde el diseño venía ya regulado en cuanto a composición, materiales, densidades, usos y dimensiones de las habitaciones. Se experimentó con el empleo de las bóvedas tabicadas como sistema constructivo. Los arquitectos se aplicaron en el oficio arquitectónico.



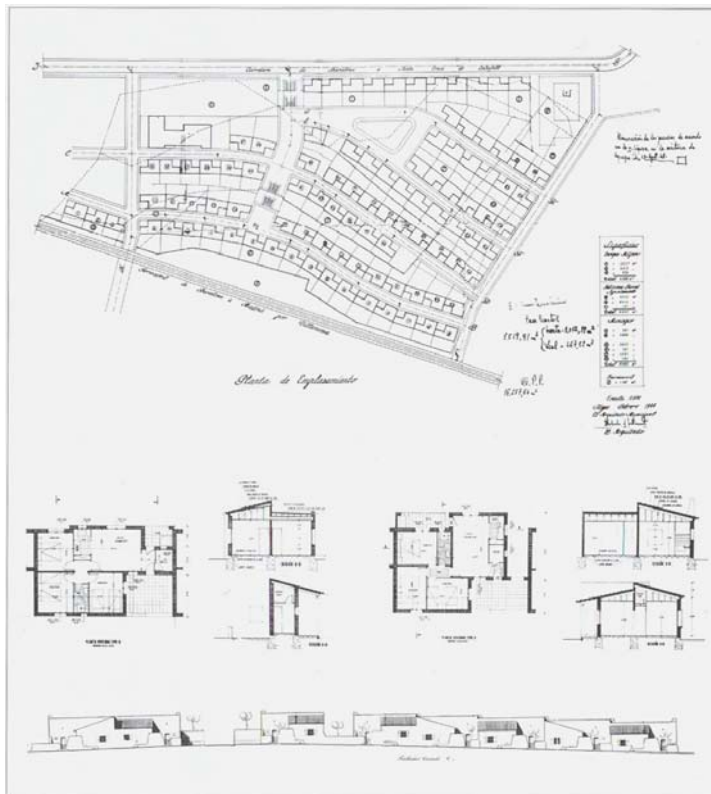
Estudio realizado por Rafael Aburto para un grupo de viviendas. Investiga la significación arquitectónica del plano de fachada, la comprensión de sus reglas y su capacidad de transmitir la emoción estética. Obra Sindical del Hogar



Coderch, conjunto de viviendas en Pals, (Girona), 1942. OSH. Conjunto de casas de protección oficial pensadas para coger el médico, el carpintero y otros artesanos y profesionales.



Coderch, conjunto de viviendas en Camarma de Esteruelas (Madrid), 1943. OSH. Agrupación de viviendas en hilera, en régimen de protección oficial, para las familias de agricultores de esta localidad cercana a Alcalá de Henares. El núcleo formado por el conjunto de tres dormitorios, solución que se repetirá en proyectos posteriores, es una base a la que se adosan diversas opciones de zonas de día de acuerdo con las necesidades de un programa, que incluye elementos propios de la actividad rural con la cuadra y el pajar.

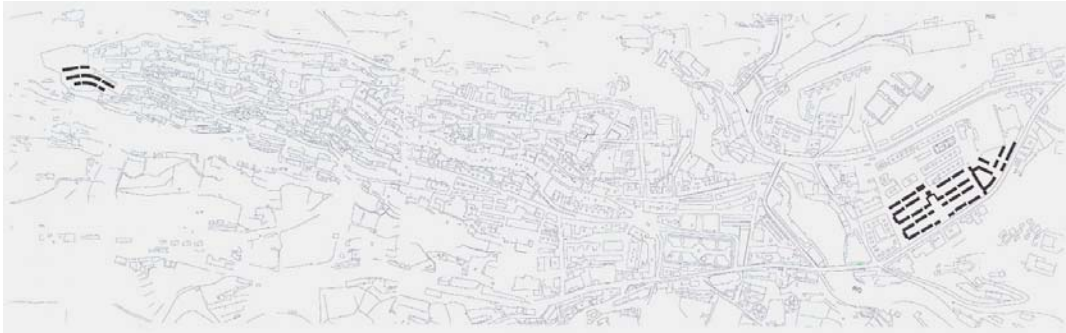


Coderch, conjunto de viviendas en Sitges (Barcelona), 1944. OSH. Conjunto de viviendas de protección oficial con un trazado urbanístico de calles nuevas adaptadas a la forma del terreno. Las viviendas siguen el sistema organizativo de algunos proyectos anteriores, en un intento de racionalizar el funcionamiento de este tipo de construcciones mínimas, así como tratar de adaptarse a las condiciones culturales y ambientales del lugar, incorporando elementos propios de la tradición mediterránea.

Podemos destacar las 350 viviendas obreras en Béjar (Salamanca) de 1942 de Asís Cabrero como un alojamiento de la totalidad de la población del municipio y resuelto a distintas escalas: bloque, manzana, barrio y ciudad.



De Asís Cabrero. Viviendas obreras en Béjar (Salamanca), 1942. Agrupación Virgen del Castañar



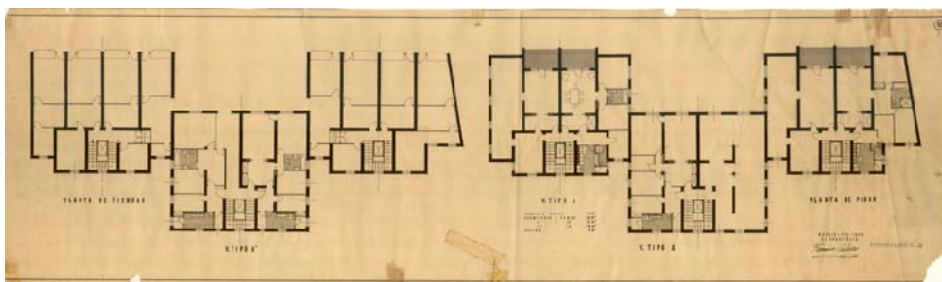
Plano de Situación: al este, el grupo de viviendas Virgen del Castañar; al oeste, la agrupación de Santa María de las Huertas



Agrupación de Santa María de las Huertas

Planta tipo grupo Virgen del Castañar

Entre los bloques urbanos hay una tipología en planta que se mantiene en los primeros años de la OSH, como las viviendas de la calle de Francisco Silvela (Grupo Virgen del Pilar) de Madrid de 1945 de Asís Cabrero, y también las frustradas viviendas del grupo Larrazabal de Toledo de Rafael Aburto (1943). La tipología de Asís Cabrero consiste en un edificio de tres cuerpos yuxtapuestos, con el central retranqueado y con cinco pisos de viviendas sin patio. Cada uno de los bloques cuenta con un núcleo de escaleras de escaleras para dar acceso a dos viviendas por planta. Hay cuatro tipos de viviendas según sean del cuerpo central o los laterales. Las viviendas constan de estar con terraza, cocina, un pequeño aseo y 4, 3, 2 habitaciones según los tipos. Según el texto de “La vivienda protegida en sus agrupaciones urbanas y rurales” de la Obra Sindical del Hogar, se trata de “una buena solución en planta con acceso a los dormitorios a través del cuarto de estar. Amplitud en fondo y economía en fachada. Acertada disposición de pasos y galería bien situada”.

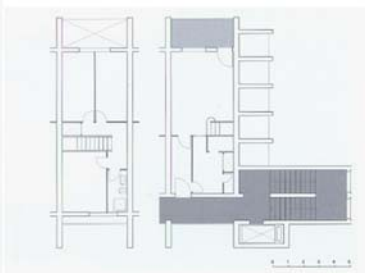
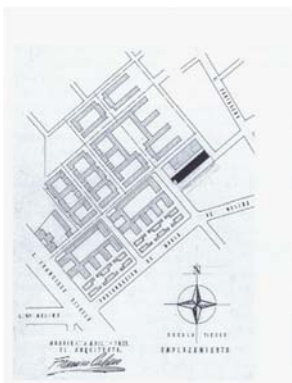


De Asís Cabrero. Viviendas en calle de Francisco Silvela (Grupo Virgen del Pilar), Madrid, 1945. Edificio de tres cuerpos yuxtapuestos.



De Asís Cabrero. Viviendas en calle de Francisco Silvela (Grupo Virgen del Pilar), Madrid, 1945. Existen esfuerzos sucesivos para hacer de los balcones una retícula. La cornisa es también muy abstracta.

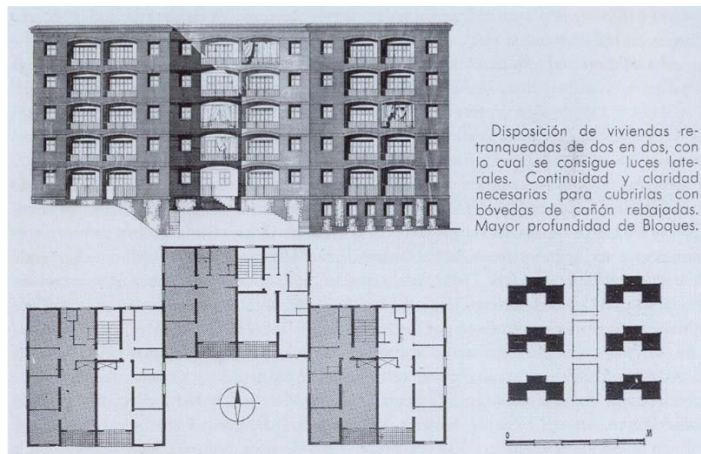
En una cuarta fase de la colonia Virgen de Pilar, en 1947 Asís Cabrero construye un edificio de viviendas de un único tipo en dúplex, organizadas en un bloque aislado de planta rectangular y de tres alturas, generado por cuadrados de 12x12m. La fachada también es estrictamente modulada y abstracta y refleja en el exterior el sistema estructural empleado, basado en bóvedas tabicadas, contrafuertes y muros de carga de ladrillo.



De Asís Cabrero. Edificio de viviendas dúplex en la colonia Virgen del Pilar, 1947-1956

El proyecto del grupo de viviendas "Larrazabal", en la ciudad de Toledo, resultó comprometido, porque Aburto se enfrenta con un problema y observa que para ser coherente habría que transgredir algunas de las normas establecidas por el INV. El arquitecto prefiere finalmente abandonar el proyecto. Entiende y respeta la norma, pero valora igualmente la necesidad de no cumplirla excepcionalmente. Reclama una mayor

flexibilidad en cuanto a las limitaciones tipológicas propias de la normativa que le permitieran una mayor densidad edificatoria. Este es el primer punto de colisión en el discurso arquitectónico del momento: tradición y modernidad, contextualismo y renovación, o estética y funcionalismo. Según Fernández del Amo son cuatro los arquitectos (Abaurre, Cabrero, Aburto y Coderch) los que, a partir de la segunda mitad de los años cuarenta, han empezado a librarse de ciertas coartadas y han ido buscando una mayor modernidad no solo como estética sino también como técnica.



Rafael Aburto. Grupo Larrazabal de Toledo, 1943. Adquirió un carácter modélico. OSH

También desde la opinión profesional se empezaría a cuestionar el sistema de protección a la vivienda social que se consideraba insostenible. Entre las posturas más contrarias está la del urbanista liberal César Cort, que en las “Sesiones Críticas” de Madrid de 1952, mostraba su confianza en el capitalismo y el individualismo, considerando que la resolución de los problemas de la vivienda residía en los particulares, dejando “que la edificación sea un negocio”. En una posición intermedia estaría la opinión de Secundino Zuazo, a favor de la libertad de la iniciativa privada, pero con el sacrificio estatal en el auxilio de la vivienda social.

Como la producción efectiva de viviendas era escasa en proporción a las necesidades reales, desde el INV se pensaba que se estaban sentando unas buenas bases, en unos momentos difíciles, para recoger sus frutos cuando las circunstancias fueran más favorables.

4. LA APERTURA ARQUITECTÓNICA DE ESPAÑA DE LOS CINCUENTA

Cambios normativos

A principios de los años cincuenta la situación cambia sustancialmente. España termina con el aislamiento exterior, se recibe y practica la ortodoxia moderna europea en materia

de vivienda y cambia la escala de las actuaciones. Por ejemplo, algunos arquitectos españoles conocían ya las exposiciones sobre reconstrucción llevadas a cabo en Alemania, como la de Hannover en 1951. También tuvo lugar la V Asamblea Nacional de Arquitectos, con las aportaciones de Ponti, Bastida y Amman. Paralelamente se hicieron concursos de vivienda económica en Madrid y Barcelona o del Instituto Eduardo Torroja tratando de plantear propuestas de prefabricación. En 1954, una comisión de la OSH realizó un viaje de veinte días por Italia, Bélgica y Alemania, donde Italia fue la principal referencia.

En 1954, se le encarga al INV la ordenación, financiación y dirección de un amplio plan de viviendas de tipo social. Se contemplaba la realización de 100.000 viviendas anuales con una superficie no mayor de 42 m², dando preferencia a los proyectos presentados por la OSH. Incluso paralelamente se encargaba a la OSH el desarrollo de un plan de ejecución de un mínimo de 20.000 viviendas/año organizadas en dos clases: de "renta reducida" (superficie de 64 a 100 m²) y las de "renta mínima" (superficie entre 35 y 58 m²).

Estas viviendas de tipo social debían disponer de sus propias normas y recomendaciones, que fueron también redactadas por Fonseca en 1954. Éstas se resumían en: el alejamiento de estas edificaciones de los cascos históricos y de las zonas con restrictiva normativa municipal; la adaptación al paisaje preexistente, mediante la realización de grupos de más de 25 viviendas en bloques aislados, siguiendo la curvas de nivel y respetando el arbolado; y la adopción de un carácter racional y sencillo por economía, evitando acusados movimientos en planta, composiciones pretenciosas, historicismos y regionalismos.

Toda esta legislación desemboca en la Ley de 1954 sobre Protección de Viviendas de Renta Limitada, con la cual se anulaba la anterior del 39 y del 44. Esta Ley apoya de un modo más intenso y eficaz a los promotores particulares, lo que suponía el triunfo del liberalismo capitalista sobre el socialismo falangista. En esta Ley se podían obtener subsidios del estado diferentes tipos de viviendas divididas en tres categorías en función de su superficie y presupuesto, e iban desde viviendas de lujo de más de 200 m², viviendas de entre 65 y 150 m² y viviendas de entre 50 y 80 m². Por tanto, en este nuevo régimen de viviendas cobran mucha importancia las clases medias. En esta Ley se eliminan los planes comarcales, entendiendo que el problema está en las ciudades y no tanto en los pueblos.

En 1955, se redacta el Reglamento de la Ley de Viviendas de Renta Limitada, y se aprueba el II Plan Nacional de la Vivienda 1956-1960 y las Ordenanzas Técnicas y Normas

Constructivas de 1955, donde Fonseca ha sido capaz de aprender de los errores, de aplicar los avances en materia de vivienda y de adaptarse a una mayor liberalización. La diferenciación entre la vivienda urbana y rural queda reducida a mínimos. Entre los aspectos urbanísticos, los grupos de viviendas deben adaptarse a un determinado lugar, es decir, a sus planes y norma existentes, provinciales y comarcales. Las viviendas deben estar dotadas de servicios municipales y se debe dotar de reserva de suelo en todo nuevo núcleo para la construcción de equipamientos: iglesia, escuelas, lugares de reunión, mercados, salas de espectáculos, zonas deportivas, parques y jardines. También existe una mayor flexibilidad en el diseño morfológico urbano, eliminándose toda referencia tipológica de manzanas o vías de penetración, dando preferencia a las ordenanzas municipales vigentes. Solo se indicaba que las edificaciones en casco urbano debían respetar y armonizar con el conjunto, en cuanto a volumen y ambiente estético, mientras que en los barrios de nueva creación debían predominar los bloques con doble crujía y luces rectas. Se establecía una cota exterior y superior del edificio de 14 m y no los tres niveles más el inferior anterior.

Se conservan los tres dormitorios, pero se preveía la adición de un dormitorio más en el caso de familias numerosas, para los que se reservaba un mínimo del 10% de las viviendas proyectadas. Se desarrollaba un apartado especial para justificar las orientaciones y ventilaciones de las edificaciones, considerando entre las primeras la sureste como la orientación más deseable, y en las ventilaciones debe establecerse un décimo de la superficie de la planta.

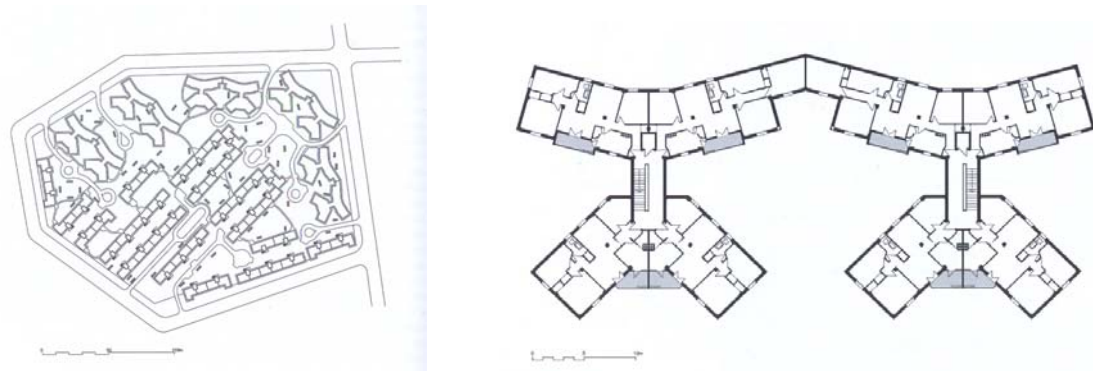
El Plan pretendía la construcción de 550.000 viviendas de rente limitada, es decir, 110.000 anuales, y establecía por primera vez una preferencia geográfica para las grandes concentraciones urbanas: Madrid, Barcelona, Sevilla, Valencia, Vizcaya, Oviedo y su zona minera, Zaragoza, el Campo de Gibraltar y Málaga.

Todo este compendio normativo es el que servirá de guía para que en 1969 se redactasen las Normas de Diseño de las Viviendas de Protección Oficial, que posteriormente fueron ampliadas en 1974. Estas normas son las que han regulado toda la construcción del parque mobiliario de viviendas protegidas desde el final de la dictadura hasta hoy día. Son normas pensadas para el diseño de viviendas de familias de clase media, en su mayoría de tres dormitorios y con superficies que van desde los 40 m² útiles (de un dormitorio) hasta los 90 m² (de tres y cuatro dormitorios). Estas normas han sido matizadas muy recientemente por cada comunidad autónoma pero

manteniendo la misma esencia, así en Andalucía se actualizaron en 2008 por la Consejería de Vivienda y Ordenación del Territorio.

Algunas actuaciones singulares

En Sevilla, Luis Recasens proyectó el conjunto residencial Virgen del Carmen en 1955, promovido por el INV, un barrio junto a la ribera del Guadalquivir formado por 52 bloques de nueve y cuatro alturas: los bloques de mayor altura se agrupan dos a dos ocupando la zona más al norte y occidental de la parcela abriéndose al río y al Aljarafe, y los 42 bloques de menos altura se sitúan en el interior de la parcela, integrándose en el tejido urbano del barrio de Triana. Los bloques altos son una planta adaptada del bloque en H con alas curvas, mientras que los bajos son dobles crujeas orientados en dirección norte sur con una distribución de dos viviendas por núcleo de escalera.

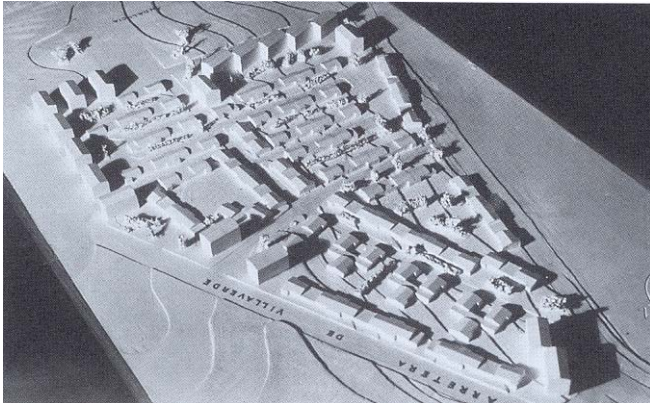


Luis Recasens. Conjunto Virgen del Carmen, Sevilla, 1955-1956

Fruto de esta nueva legislación de 1954 es el concurso de viviendas experimentales en Villaverde (Madrid): 20.000 viviendas en un año y con una superficie útil máxima de 42 m². Cuando surge en 1954 la necesidad de encargar la redacción del proyecto, acordaron parcelarlo en siete fracciones y encomendarlas a arquitectos distintos a

quienes se facultó para resolver libremente. Entre los arquitectos de la OSH están Núñez Mera, Aburto y Zuazo, y otros ajenos a ella como Fisac y Carlos de Miguel. Entre los tipos destacan las de Fisac y Aburto. Como innovación en la distribución, ambas incorporan los armarios como elementos de tabiquería y Aburto además diseña un tipo de mobiliario específico para viviendas con una superficie de entre 40 y 42 m², con el objeto de permitir un desenvolvimiento aceptable en el interior. Se trataba de un espacio mínimo de supervivencia. Como señalaba Gropius en uno de los primeros CIAM: *“La pregunta por el mínimo de la vivienda que se refiere al mínimo elemental de espacio, aire, luz, calor que necesita cada hombre para no sufrir ningún impedimento por su vivienda en el desarrollo normal de sus funciones vitales, o sea, un ‘minimun vivendi’ en vez de un ‘modus no moriendi’”*. (1)

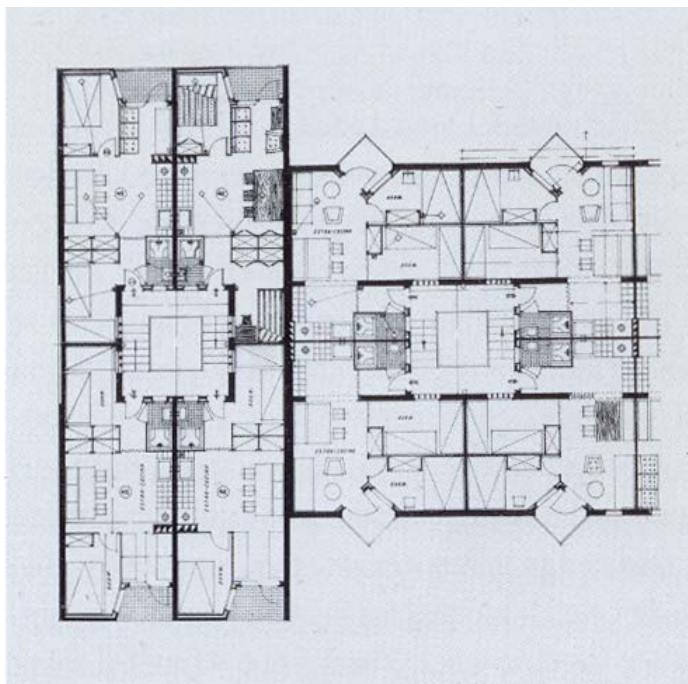
(1) Gropius W.: “las bases sociológicas para la vivienda mínima (para la población obrera de la ciudad)”, ponencia del II Congreso CIAM (Frankfurt, 1929), en *L’Habitation Minimum*, COAA, Zaragoza, 1997.



Maqueta del poblado de Villaverde, Madrid, 1954



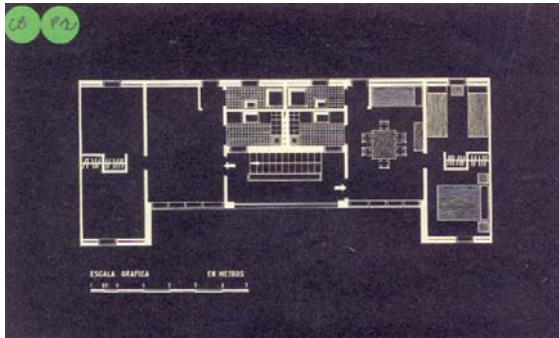
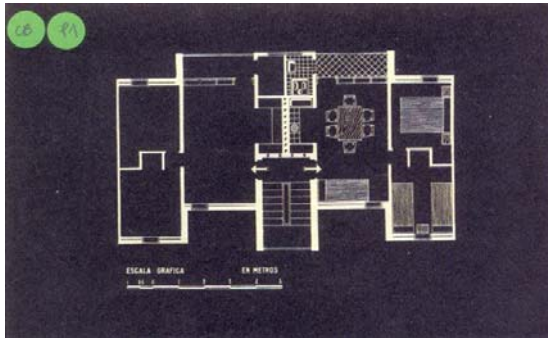
Rafael Aburto. Viviendas experimentales en Villaverde, 1954



Rafael Aburto. Viviendas experimentales en Villaverde, 1954

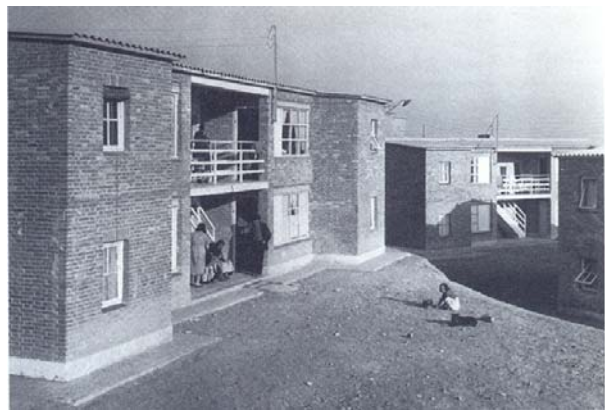
Aburto apuesta por iluminar la vivienda únicamente desde el hueco de fachada y desde el patio.

Sin embargo, Fisac retoma su propuesta de viviendas en cadena presentado al respectivo concurso anterior de 1949 y vuelve a desarrollar su concepto de vivienda bajo la idea de "la casa que crece", pero respetando el mínimo "espacio para la convivencia familiar" (a partir de unas superficies mínimas, define una planta tipo con ciertas características que permitan ampliarla). Su proyecto es un bloque en hilera con dos viviendas por núcleo de escaleras y seis muros de carga transversales que configuran cinco espacios: el central constituye "la zona húmeda", a ambos lados quedan las zonas de estar pudiendo incorporar dormitorios y en las crujías extremas se sitúan el resto de los dormitorios. Fisac no era tan partidario de la industrialización de la vivienda defendida por Torroja y sí de un sistema de composición en planta que permitiera una flexibilidad de adaptación a los diferentes tipos de familias.



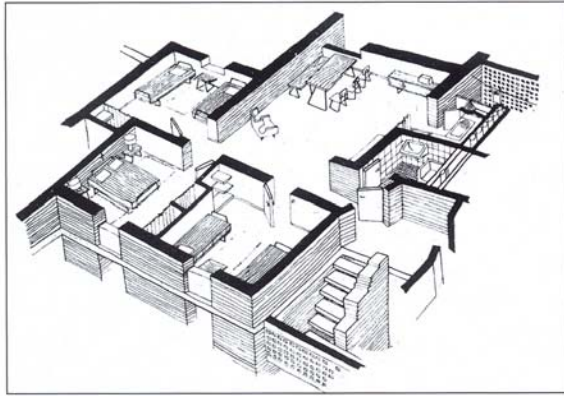
Fisac. Planta de la vivienda tipo A, 1955

Fisac. Planta de la vivienda tipo B, 1955



Fisac. Poblado suburbano del barrio de El Zofío, Carabanchel, Madrid, 1955. Viviendas en cadena. Retoma la idea del concurso de 1949

En 1956, Rafael de la Hoz realiza un complejo residencial de 50 viviendas en Montilla denominado "San Francisco Solano", basado en las viviendas en cadena de Fisac. Desarrolla un tipo de mobiliario específico para estas viviendas, con el fin también de impulsar la industria del mobiliario, y no tanto por la reducción de costes sino por la imposibilidad de encontrar un mobiliario específico en el mercado ajustado a viviendas tan mínimas.



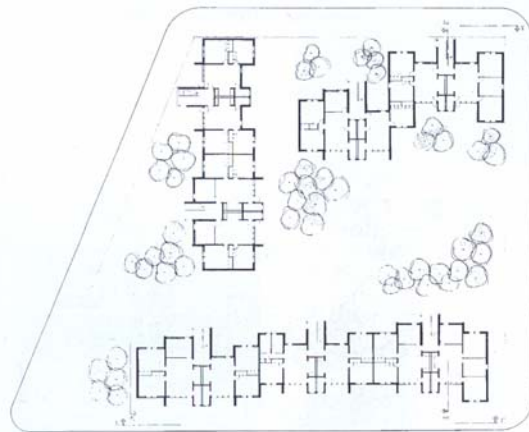
Rafael de la Hoz. Axonométrica de vivienda en Montilla (Córdoba), 1954

Más ambicioso fue el segundo concurso de 1956 en la Colonia hoy denominada Puerta Bonita en Carabanchel con 53 bloques y 866 viviendas en la que se propuso que las empresas constructoras presentaran los proyectos en colaboración con uno o varios arquitectos. La convocatoria de este certamen de vivienda experimental estaba dirigido al realojo urgente de poblaciones marginadas y con escasos medios, y provocó un gran impulso en el diseño del alojamiento de masas, con propuestas avanzadas y anticipatorias sobre la vivienda mínima (desde las magníficas plantas hasta los sistemas constructivos, materiales y texturas).



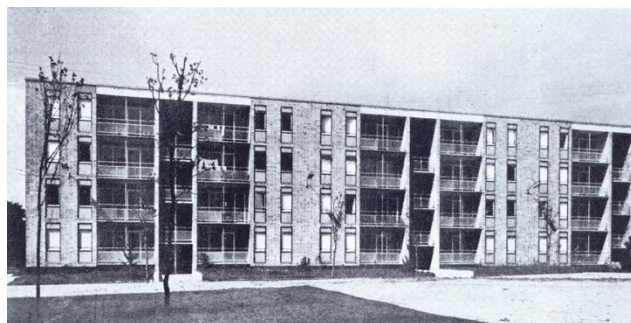
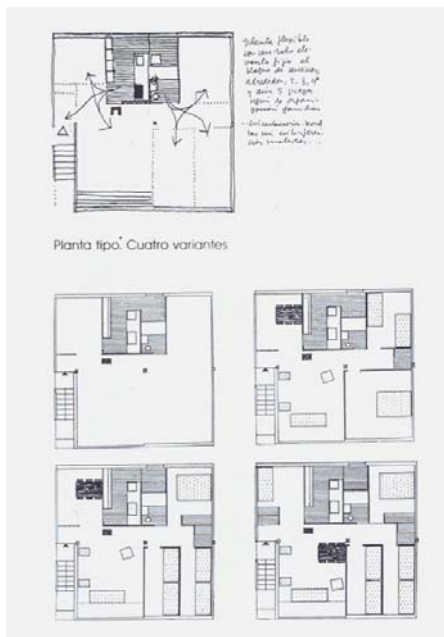
Colonia Puerta Bonita, Madrid, 1956

Puerta Bonita está planteado como una estructura autosuficiente e integral, se dispone como una entidad insular, con ocupaciones periféricas en torno a secuencias de espacios libres con un centro disperso y focal. La edificación abierta se apoya en el viario que rodea el ámbito central. Predomina el bloque lineal de doble crujía para formar un sistema de unidades habitacionales con capacidad de crecimiento y de generar conjuntos funcionales interiores, según las experiencias europeas del Movimiento Moderno (con los principios de la casa como “máquina para habitar”).



Fisac. Viviendas en cadena de Puerta Bonita, Madrid, 1956

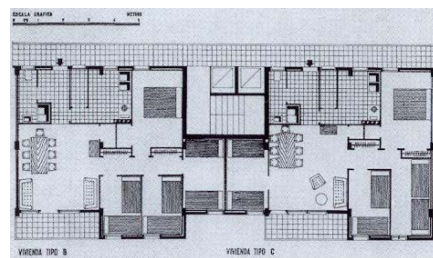
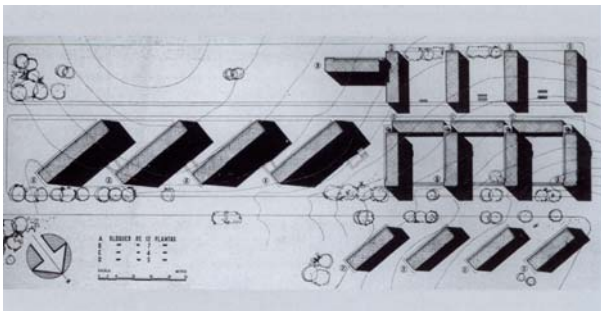
Entre los bloques mejor puntuados fue el de los arquitectos José Luis Romany y Eugenio Sánchez con la empresa Helma, secundados por otras firmas con arquitectos como De Miguel, Fisac, Oiza, Cubillo o Coderch. Destacan las viviendas en cadena de Fisac, o las Sáenz de Oíza quien plantea una planta flexible con el núcleo de servicios como único elemento fijo y la supresión de interferencias anómalas en el sistema de circulaciones. (cualquier intento de flexibilidad nos lleva a pensar en la viabilidad de la teoría de los soportes de Habraken, que explicaremos en un capítulo más adelante).



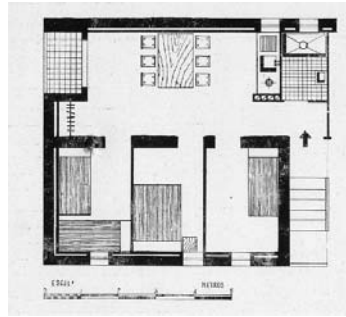
Sáenz de Oíza. Viviendas experimentales en cuatro alturas, Madrid, 1956

Sus frutos no fueron los esperados para el INV, donde Fonseca pensó que “se había desvirtuado el enfoque de pura investigación sobre los sistemas” porque con la falta de analogía de las propuestas era imposible comparar y extraer consecuencias.

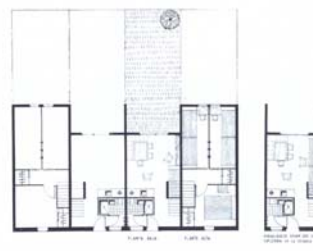
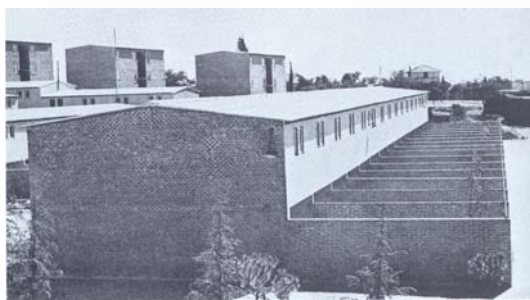
En el segundo programa del Plan Sindical de la Vivienda, Aburto realiza el grupo de viviendas de “renta limitada” de Marcelo Usera, que en este contexto se puede tomar como ejemplarizante. Es un importante salto hacia adelante al investigar nuevas posibilidades tipológicas y de asentamiento urbanístico. Abandona el patio cerrado e incorpora el bloque abierto para favorecer el soleamiento y la adaptación al terreno. El grupo de 596 viviendas en altura incorpora la galería de acceso a las viviendas y su distribución en planta se asemeja a varios ejemplos de viviendas de Bélgica que aparecen publicados en el informe elaborado por la comisión de la OSH durante su viaje europeo de 1954. Se recoge, de esta forma, el discurso del bloque en altura propugnado por el racionalismo de las vanguardias europeas. En el gran evento de la arquitectura europea de esos años, la Interbau de Berlín de 1957, la OSH disponía de un stand reservado en el que fueron escogidos los siguientes proyectos: Fuencarral A de Sáenz de Oíza, el grupo “Francisco Franco” de Cabrero, la canalización del Manzanares de Perpiñá y el grupo Usera de Aburto.



Rafael Aburto. Grupo de viviendas Marcelo Usera, Madrid, 1956.



De asís Cabrero. Grupo de viviendas Francisco Franco, Madrid, 1954



Plantas dúplex en hilera



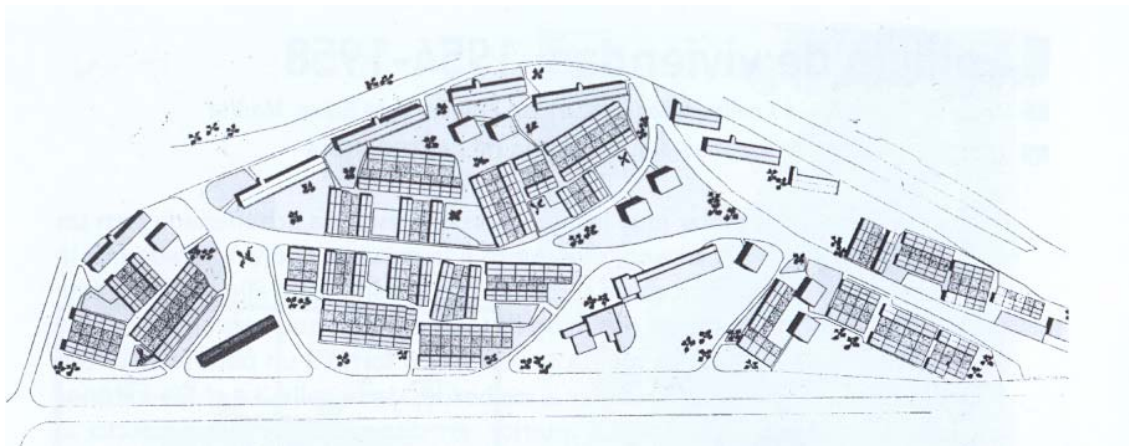
Planta tipo bloques y alturas

Sáenz de Oíza. Unidad residencial Fuencarral A, Madrid, 1955

Poblados de absorción y poblados dirigidos

La OSH continúa con los Planes sindicales de 1954 a 1958, y para la erradicación inmediata del chabolismo, que asfixiaba concretamente la expansión de Madrid, va a colaborar en la construcción de los Poblados. Los “Poblados de Absorción” pretendían cumplir el doble objetivo de cobijar de forma rápida y barata a la población inmigrante que se asentaba en chabolas en el extrarradio de Madrid y organizarlos de manera ordenada en poblados satélites autónomos alrededor de la capital. Arquitectónicamente, se trataba de bloques de viviendas unifamiliares en horizontal, de una o dos plantas, y de bloques colectivos de cuatro o cinco alturas. Entre sus características comunes están la máxima austeridad compositiva, casi minimalista, la temporalidad de las construcciones y la ausencia de equipamientos. En estos poblados se plantea además la aportación personal de los futuros usuarios en la autoconstrucción, causa por la que denominarán “casas de fin de semana”. Se apostaba por arquitectos jóvenes como Oíza, Cubillo, Romany, participantes en el concurso de viviendas experimentales, junto a otros como Mangada, Vázquez de Castro, Molezún, Miquel, etc.

Entre los ejemplos destacan el Poblado de Absorción de Fuencarral A, diseñado por Sáenz de Oíza en 1955, junto a Manuel Sierra y José L. Romany, y el Poblado de Absorción B de Fuencarral, situado entre las avenidas del Llano y Soto Palacios, que fue proyectado por Alejandro de la Sota, en 1956. Este proyecto desarrolla hileras perpendiculares de viviendas de una o dos plantas que disponen de un huerto, flanqueados por bloques y pequeñas torres de cuatro y cinco plantas, que estratégicamente situadas rematan el conjunto. La ordenación acepta la topografía original y la aprovecha para crear espacios públicos. En este poblado se aúnan las condiciones de la arquitectura rural y la arquitectura racional, con la capacidad de abstracción y austeridad propias de De la Sota.

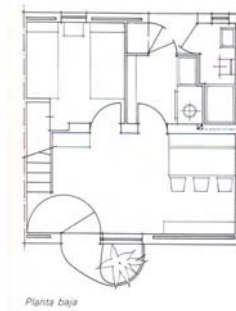
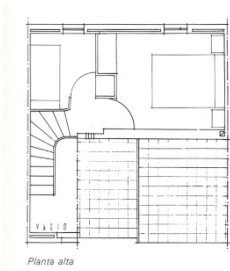


De la Sota. Ordenación del Poblado de Absorción de Fuencarral B, 1956

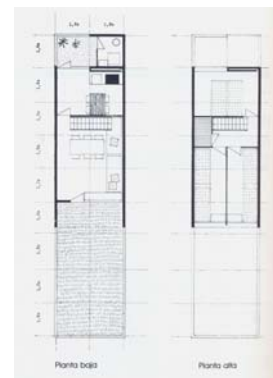
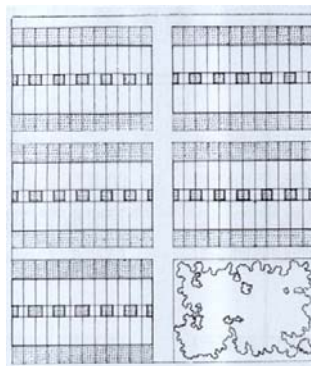


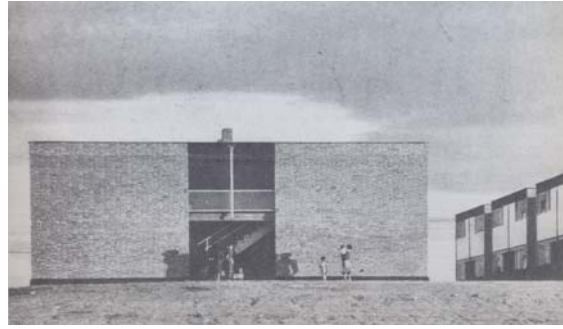
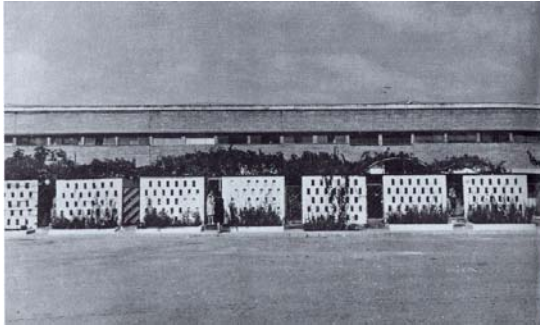


De la Sota. Poblado de Absorción de Fuencarral B, 1956



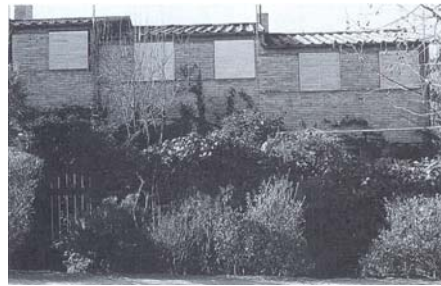
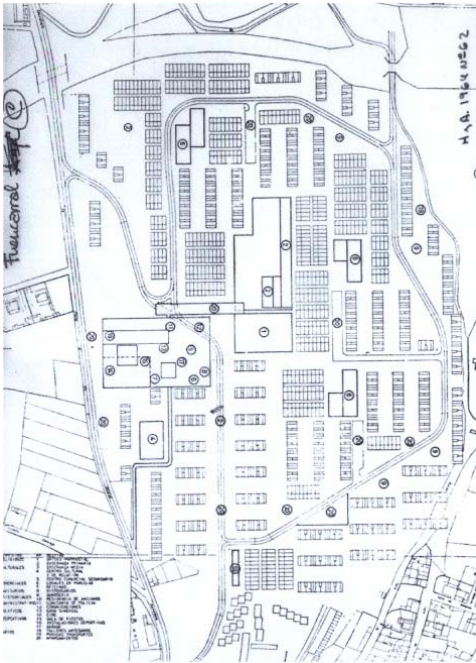
Los Poblados de Absorción fueron el principio de los posteriores “Poblados Dirigidos”. Sáenz de Oíza realizó el Poblado Dirigido de “Entrevías” en Madrid en 1956, en colaboración con Manuel Sierra y Jaime Alvear. Este proyecto parte de algunas premisas radicales como la modulación de todos los elementos de planeamiento a partir de una unidad repetida y la extensión de la vivienda unifamiliar de dos plantas en tapiz, que consigue densidades elevadas sin recurrir a la edificación en altura. La rigidez de la trama convive con la flexibilidad en la posición de los vacíos con una gran potencia plástica. En la trama existe una separación de las circulaciones peatonales y rodadas. El tipo hace alusión a la arquitectura rural por la introducción de los dos patios.



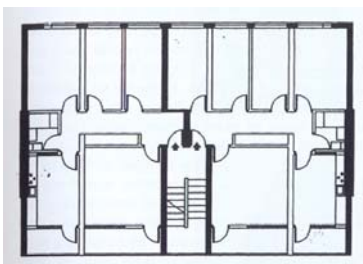


Sáenz de Oíza. Poblado Dirigido de "Entrevías" en Madrid, 1956

El Poblado Dirigido de Fuencarral C de José Luis Romany establece una distribución edificada en cruz con una corona perimetral y ramificaciones interiores en fondo de saco con un gran centro verde. Los bloques de doble crujía en cinco plantas se alternan con vivienda unifamiliar adosada en una clara identificación de "barrio". Tectónicamente existe una gran modulación en los diferentes lienzos de fachada por su función a través de las carpinterías y los espacios intersticiales.

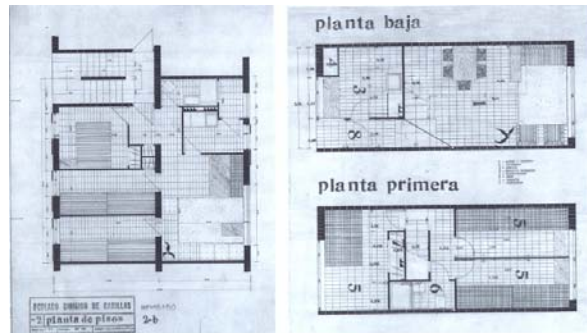


José Luis Romany. Poblado Dirigido de Fuencarral C, 1956-1960



José Luis Romany. Poblado Dirigido de Fuencarral C, 1956-1960

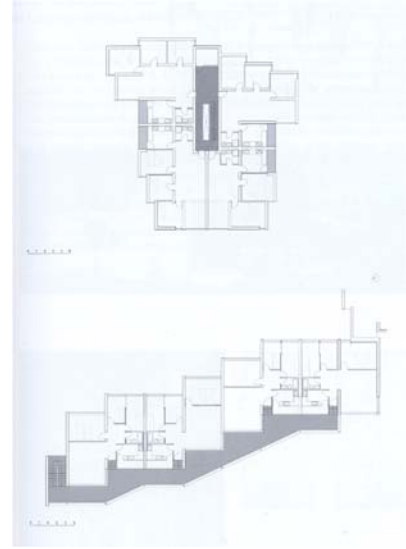
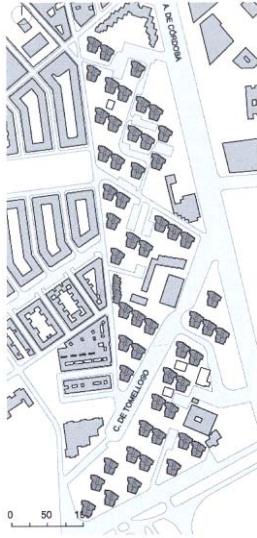
El Poblado Dirigido de Canillas de Luis Cubillo está organizado por una vía principal serpenteante que circunvalaba el poblado hacia la que desembocaban otras vías secundarias con entronques en T para evitar los cruces. Las edificaciones de viviendas en hileras de dos plantas, bloques de cuatro plantas y torres de doce alturas están dispuestas de forma escalonada, para asegurar las vistas y el óptimo soleamiento. Además se preveían una serie de equipamientos: iglesia, polideportivo y plaza. En este poblado, tanto en la organización como en el lenguaje, se pueden observar la clara referencia de la arquitectura europea nórdica, sobre todo en la figura de Jacobsen.



Luis Cubillo. Poblado Dirigido de Canillas, Madrid, 1956-1960

El último Poblado Dirigido promovido por el INV fue el de los Almendrales, proyectado por Corrales y Molezún, García de Paredes y Javier Carvajal. Se consigue una trama urbana homogénea y dominable sin conseguir fragmentar el conjunto en subzonas, con la incorporación de equipamientos: iglesia, centros educativos, comerciales, culturales y talleres. En este caso se rechazan los espacios verdes entre bloques por ser difíciles de mantener. Los cambios de nivel proporcionan una gran variedad a los planos portantes de ladrillo visto, muy abiertos hacia el sur (se utiliza una galería de acceso en los bloques lineales) y casi ciegos en la dirección opuesta. Se obvia el bloque prismático de cubierta plana buscando un mayor organicismo nórdico, también con clara referencia a Jacobsen.

Cada vivienda consta de tres dormitorios y de un módulo unificado de cocina y baño, en torno a la sala de estar como espacio de relación.



Corrales y Molezún, García de Paredes y Javier Carvajal. Poblado Dirigido de los Almendrales, Madrid, 1958-1973

5. LOS SESENTA: GRANDES PROYECTOS PROMOVIDOS POR LOS PLANES PARCIALES

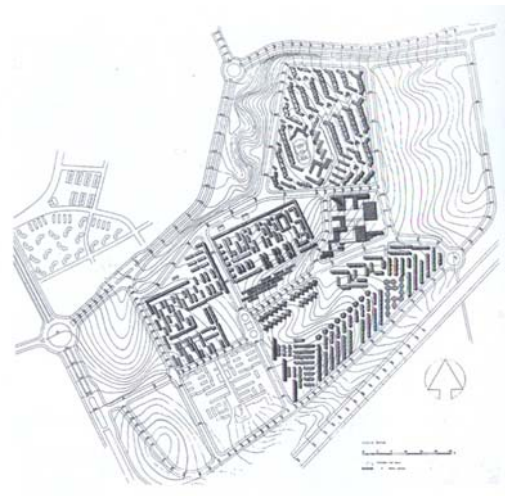
Nuevo Ministerio de Vivienda

El II Plan Nacional de la Vivienda de 1956 también fue un fracaso porque el ritmo de construcción no coincidía con lo esperado. Así se creó en 1957 un nuevo Ministerio de la Vivienda para reconducir la situación, absorbiendo todas las direcciones generales y organismos que tuvieran que ver con la arquitectura y el urbanismo.

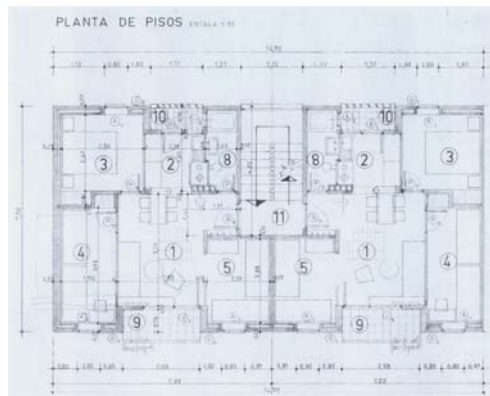
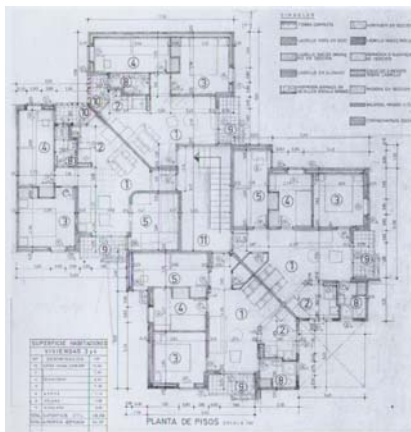
El régimen de la vivienda de renta limitada fue ensombrecido por el de la vivienda subvencionada, un nuevo tipo para el que se preveían superficies entre 38 y 150 m².

La gran virtud del INV y de la política de la vivienda en España en los años cuarenta y principio de los cincuenta fue su capacidad de experimentación en el campo de la normativa y la tipología arquitectónica.

Con el nuevo Ministerio, a partir de 1958 se produce un nuevo cambio de rumbo de la OSH, con una nueva etapa caracterizada por las que las grandes operaciones de vivienda. Aparece la Ley del Suelo y se introduce la figura del Plan Parcial, que facilitó el proceso. En ese año, la actuación protagonista de esta nueva etapa es el proyecto del Gran San Blas, que con sus 7.484 viviendas se constituye en la mayor operación pública de Madrid. El Plan Parcial de Ordenación impone una ordenación urbanística de los terrenos. De esta forma se produce una división en parcelas o sectores cuya finalidad era mejorar la realización de los proyectos así como la posterior ejecución de las obras. Existían grupos de arquitectos dirigidos a su vez por otro. Entre ellos destacan Corrales, Cano Laso, Vázquez Molezún, Gutiérrez Soto o Rafael Aburto. A partir de unas pautas comunes, cada equipo volvía a subdividir el trabajo. Cada equipo trabajó con total independencia, y aunque las soluciones adoptadas por los equipos fueron variadas, el conjunto respondía a una cierta armonía racionalista *corbuseriana*.



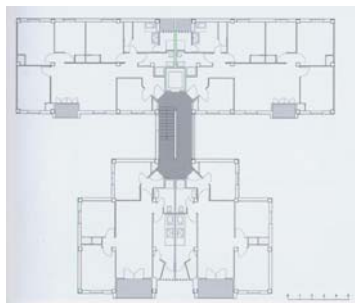
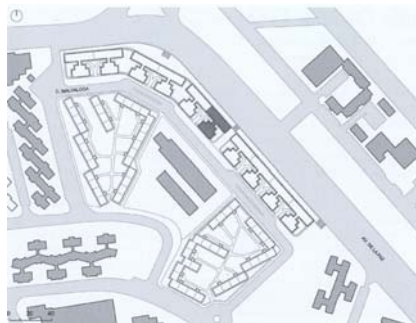
Gutiérrez Soto, Cano Laso, y Corrales y Molezún. Gran San Blas, fase G, Madrid, 1958-1962



Gutiérrez Soto, Cano Laso, y Corrales y Molezún. Gran San Blas, fase G, Madrid, 1958-1962

La fase G fue realizada por Gutiérrez Soto, Cano Laso, y Corrales y Molezún, en el que la disposición urbanística se corresponde con una espina central formada por cuatro bloques de mayor altura, destinados a dúplex (orientados a sur), rodeados por tiras paralelas de bloques de menos altura en dirección norte sur con retranqueos sucesivos mejorando el soleamiento.

En Sevilla, en menor escala, la intervención del conjunto "Virgen del Carmen" de 1955 de Luis Recasens antecede a su proyecto más significativo y de gran interés tipológico, 300 viviendas del conjunto residencial de "Los Diez Mandamientos", promovidas por la OSH en 1958. El proyecto está formado por diez bloques que delimitan la barriada en su frente nordeste y constituye una reflexión sobre la arquitectura racionalista y del Movimiento Moderno. Se adopta un bloque en forma de H con cuatro viviendas por núcleo de comunicaciones, con una descomposición en el que dos de las viviendas de la H alcanzan cinco plantas integrándose en el barrio y el resto llegan a las diez plantas. En los tipos se incorporan terrazas integradas en los salones y existe una clara agrupación de los núcleos húmedos.



Luis Recasens. Conjunto de viviendas Los Diez Mandamientos, Sevilla, 1958-1964

En 1962, se inicia el Plan Nacional de Urbanismo y un año antes se había aprobado el III Plan Nacional de la Vivienda, con el que se anulaban todas las legislaciones anteriores. Su desarrollo se le encomendaría también al INV.

En el barrio de Moratalaz en Madrid, se realiza una nueva operación, similar al Gran San Blas, pero liderada en esta ocasión por un privado, Urbis, durante los años 1962, 63 y 64. En el desarrollo del Plan se alternó la promoción privada con la pública, protagonizada por la OSH. Otra novedad es la derivación organicista del racionalismo a gran escala. Junto a la disposición (ensayada en el Gran San Blas) de bloques abiertos

de cuatro alturas y doble crujía dispuestos escalonada y ortogonalmente, correctamente orientados y generando espacios públicos intermedios, se introducen torres de doce alturas con cuatro viviendas por planta. Se favorece la variedad y se aumenta la densidad. Esta nueva experiencia urbana iba destinada a evitar la segregación, porque no sólo albergaba viviendas sociales económicas sino también viviendas para una clase media cada vez más notable en el proceso de industrialización que estaba produciendo España.



Maqueta del Distrito de Moratalaz. Barrio III. Arquitecto Jefe del Distrito: Enrique García Ormaechea, Madrid.

El distrito consta de ocho barrios, divididos a su vez en un número variable de unidades vecinales. La proporción de viviendas dentro de cada unidad vecinal era la siguiente: 50% de vivienda social; 30% de vivienda de tercera categoría; 15% de segunda y 5% de primera. Se proyectaron cuatro tipos de viviendas: los tres primeros según las normas y dimensiones de viviendas de renta limitada y el cuarto según las viviendas de tipo social. En esta operación urbanística se abandonan mayoritariamente los procesos artesanales y con las nuevas normativas se hacen necesarios una mayor definición de los sistemas constructivos: se incluyen planos específicos de instalaciones, estructura, secciones constructivas, plantas y alzados interiores de aseos y cocinas, detalles de carpinterías, etc.

Las Unidades Vecinales de Absorción de Madrid (UVA)

En 1961 se autorizó al INV (Instituto Nacional de la Vivienda) construir en Madrid y con una vida máxima de las viviendas de cinco años, 30.000 viviendas de tipo social y renta limitada, destinadas a alojar temporalmente los ocupantes de chabolas, de otras construcciones que no reuniesen las condiciones de salubridad y de edificaciones con alguna infracción a las disposiciones urbanísticas vigentes. Por ello, y con carácter de urgencia se debía realojar a todas estas familias en construcciones desmontables y

prefabricadas (para su reutilización posterior en otros lugares y para otras familias) hasta su realojo en sus viviendas definitivas.

El INV (Instituto Nacional de la Vivienda) encomendó a la Organización Sindical del Hogar, la construcción de 6.083 viviendas de absorción, edificios complementarios y servicios de urbanización en 6 unidades vecinales.

En Enero de 1963 se encargaron los anteproyectos con carácter urgente. En principio se deseaba que todas las viviendas fueran desmontables y recuperables, para su posterior reutilización en casos de realojo con carácter de urgencia (catástrofes en fincas ruinosas, inundaciones, incendios, seísmos, corrimientos de tierra...)

Los terrenos propuestos fueron los siguientes sectores en lugares sanos y soleados de campo abierto. Se proyectaron:

- a) Dos Unidades Vecinales: Fuencarral y Vallecas. Con sistemas prefabricados desmontables y recuperables en su mayor parte.
- b) Dos Unidades Vecinales: Canillejas y Villaverde. Con sistema mixto entre la construcción tradicional y las premisas constructivas del encargo con sistemas prefabricados desmontables y recuperables.
- c) Dos Unidades Vecinales: Hortaleza y Pan Bendito. Con sistema tradicional de construcción, utilizando perfiles de acero laminado y distintos tipos de cerramiento. Estas unidades serían las propuestas para que una vez pasados los cinco años pudieran quedarse con carácter semipermanente.

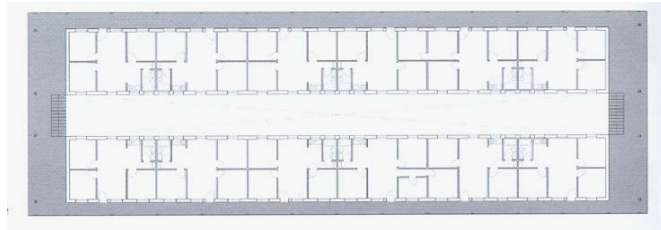
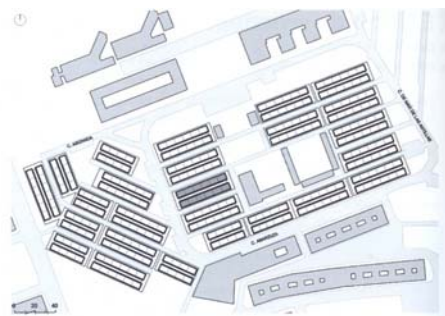
El programa consistió en viviendas de tres dormitorios (80%), de cuatro dormitorios (10%) y el restante 10% de dos dormitorios, de una superficie media de 50 m², y con estar-comedor-cocina y aseo.

El encargo de la Unidad Vecinal de Absorción de Hortaleza, fue realizada a los arquitectos: Fernando Higuera, Antonio Miró, Arturo Weber Crespo, Francisco Cabrera Carral y Lucas Espinosa. El coordinador del proyecto fue el arquitecto José Eugenio Alba Carreras y la empresa constructora BECOSA. La densidad fue de 90 viviendas por hectárea. Con un total de 1.100 viviendas proyectadas.

En la propuesta de la UVA de Hortaleza se dio una respuesta de construcción con materiales tradicionales y de larga duración para que el aspecto de las viviendas se alejase al de realojo de chabolas. Se consigue huir de dar una apariencia de provisionalidad o de bajo nivel social.

El proyecto consistía en unos alargados bloques de dos plantas que utiliza elementos de composición tradicionales como son el patio central y las amplias terrazas de acceso a

modo de corralas madrileñas. Se absorbió la accidentada topografía del terreno adaptándose la ordenación de las hileras de bloques de viviendas a las curvas de nivel de terreno, incluso elevando en algunos casos la planta baja, dejando los pilotes vistos. Estas galerías corredores, donde se fomenta la vida comunitaria, incorporan además una alegre vegetación en jardineras continuas, que junto con los toldos textiles actúan como colchón térmico de la promoción. Se trata de una celosía arquitectónica verde. Esta protección solar además es perceptible en los aleros de la planta alta que cubren el patio. La calle o patio interior es abierta y se accede desde los núcleos comunes de escaleras, son zonas peatonales más privadas de encuentro vecinal donde los niños pueden jugar siendo observados desde la cocina-comedor de la vivienda.



Fernando Higuera, Antonio Miró. Unidad Vecinal de Absorción de Hortaleza, Madrid, 1963

Los arquitectos Fernando Higuera y Antonio Miró realizaron un edificio *"de escala humana justa y necesaria"*, para ello reducen la altura libre a apenas 2,20m pero guardando las proporciones de altura total de la hilera de viviendas con sus anchos de calles o patios interiores peatonales y con los anchos de las galerías-corredor.

Cada unidad de vivienda de tres dormitorios se compone de seis cuadrados de 3x3m, con un total de 54 m² construidos. Los dos cuadrados centrales son las zonas comunes de la vivienda estancia comedor-estar. Uno de los cuadrados que da a la calle o patio interior se destina al pequeño baño y a la cocina, dicha cocina se puede incorporar además al espacio del comedor. Los tres cuadrados restantes son tres

dormitorios de 9m2 cada uno. Esta modulación en una retícula cuadrada (que también responde a las redes y ritmos de Rafael Leoz, utilizando en este caso la red de la “escuadra”) hizo posible que las obras que empezaron en marzo de 1963, se acabaran justo 2 meses después de haberse encargado el anteproyecto. En Julio del mismo año se terminaron las obras. La UVA de Hortaleza resultó ser el poblado más económico de las seis UVAs.

En el X Congreso de la Unión Internacional de Arquitectos (UIA), en 1969 en Buenos Aires, fue premiado entre los 12 primeros poblados más humanos de los 2.300 poblados presentados en todo el mundo, estando en el jurado Louis Khan y Le Corbusier entre otros arquitectos.

6. EL HOGAR DEL EMPLEADO

Viviendas para la clase media

El Hogar del Empleado fundado por el Jesuita Tomás Morales en 1946 como una entidad benéfica de carácter mariano, se crea para apoyar a trabajadores empleados, a jóvenes que acuden a la ciudad y que están formando nuevas familias. El éxito de esta misión está en poder ofrecer un enraizamiento y unas relaciones a las personas que se desligan de sus lugares de origen y empiezan a instalarse en una gran ciudad como Madrid. Muchos de los miembros de esta asociación son empleados de bancos, cajas de ahorros, compañías eléctricas, de seguros..., empresas que apoyan económicamente la creación de viviendas para sus empleados. El equipo se forma en un primer momento con José Luis Romany, Francisco J. Sáenz de Oíza, Manuel Sierra y Adam Milczynski, al que posteriormente se une Luis Cubillo. Esta primera generación se completa con las colaboraciones de Carlos Ferrán y Eduardo Mangada, primero como estudiantes y luego como arquitectos que integran una segunda generación.

La Constructora Benéfica del Hogar del Empleado realizó unas 6.000 viviendas, desde 1952 hasta 1966 resultando un buen ejemplo de investigación de la vivienda dirigida a la clase media en comparación con la vivienda social madrileña de esa década.

En estos proyectos, este grupo de arquitectos trata de satisfacer las necesidades de una nueva clase media, ofreciendo una forma de vida distinta. Estaban preocupados por conocer las experiencias de la reconstrucción europea. El debate sobre la vivienda al comienzo de los cincuenta ofrecía un gran abanico de soluciones, apareciendo en las revistas nacionales corporativas las experiencias europeas como la realizada alemana de la Wiederaufbau, o la obra de Le Corbusier en Marsella. También aparecían las viviendas

californianas de Neutra y las primeras noticias sobre el “american way of life”. Estos proyectos residenciales del Hogar del Empleado estuvieron sometidos a un nuevo programa y a una forma distinta de entender la vida. Si bien Fisac había iniciado un ciclo al haber redefinido la vivienda económica con sus viviendas en cadena, las propuestas de Oíza a partir de 1953 lo cerraron. (1)

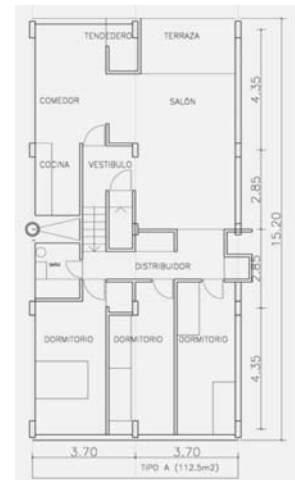
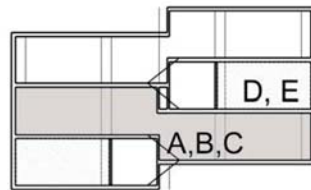
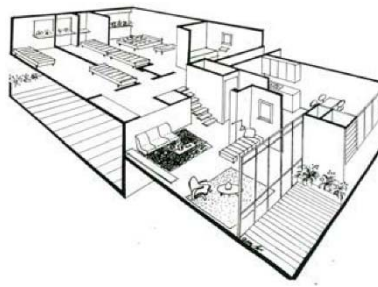
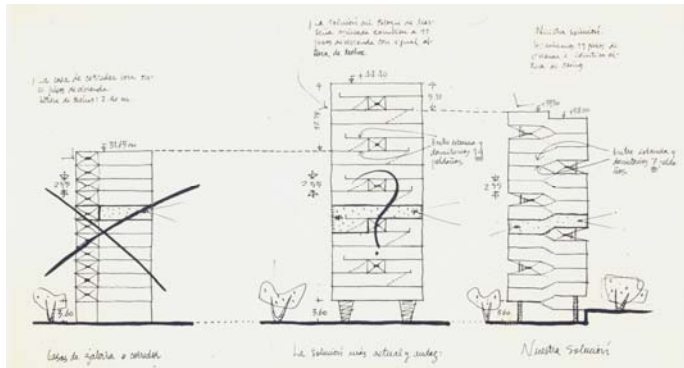
(1) Sambricio C.: Punto de inflexión 1946 – 1956: viviendas sociales para la clase media. Ciudad y territorio. Estudios territoriales, XLI (161-162) 2009.

En el proyecto de 600 viviendas en el Manzanares de 1953 (no realizado) se observa la clara inspiración en Oíza de los proyectos europeos de la época. Se trata de una variación de la Unidad de Habitación de Le Corbusier de Marsella.

Las seiscientas viviendas y espacios de servicios se proyectan en dos bloques de trece alturas. La planta baja no se construye y deja a la vista los pilares que se adaptan a la pendiente y se integran en el plano del jardín. Además esta planta se dedica a los servicios de la colonia tales como residencia, club, capilla, y economato de la cooperativa. Al contrario que en otros proyectos que separan el uso de la vivienda y de servicios, aquí se integran en la planta baja de los bloques, aunque se tratan con materiales más vinculados a la zona del jardín.

La tipología de cada bloque es de cuatro crujías, dos exteriores más anchas y otras dos interiores, en las que se alternan cada dos plantas la galería de acceso a las viviendas. Ésta se abre a fachada y va dando acceso a viviendas en semidúplex pasantes (tipos A, B y C) que se sitúan por debajo y por encima de la galería. Las viviendas en el nivel de acceso de la galería (tipos D y E) tienen una sola orientación, se agrupan de dos en dos y van dejando espacios vacíos que dotan de iluminación, ventilación y vistas a la galería interior. La galería se orienta a este y oeste, según se van apilando las viviendas.

Del estudio de los tipos de viviendas observamos que las viviendas del Hogar del empleado van dirigidas a una clase media incipiente en España, y los ratios de metros cuadrados construidos por número de habitaciones están lejos de la vivienda social mínima. Oíza con esta tipología pretendió mejorar la tan criticada galería interior sin iluminación natural de la Unidad de Habitación de Le Corbusier. (1)

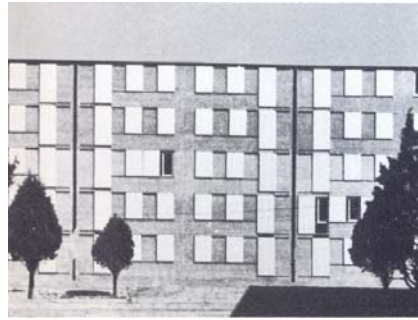


Sáenz de Oíza y Romany. Propuesta para 600 viviendas en el Manzanares, Madrid, 1953. No realizado. Tipo A.

La colonia de El Batán de 1960 está organizada de forma estratégica, una serie de bloques lineales en orientación norte sur van adaptándose a las curvas de nivel y se complementan con otros bloques exentos en altura. El conjunto traza, con su forma orgánica, grandes manzanas que se estructuran hacia un interior con una serie de espacios públicos, centros docentes, iglesia y comercios. Se crean espacios reservados exclusivamente al hombre, recintos tranquilos donde edificar la vivienda frente a la naturaleza. Es una intervención introvertida con carácter insular, un urbanismo racional pero en los márgenes de la Carta de Atenas.

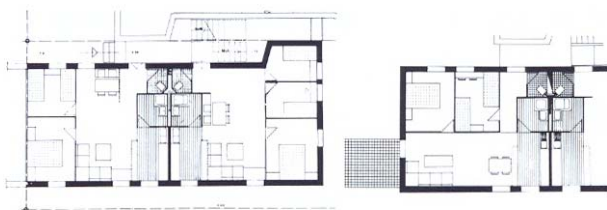
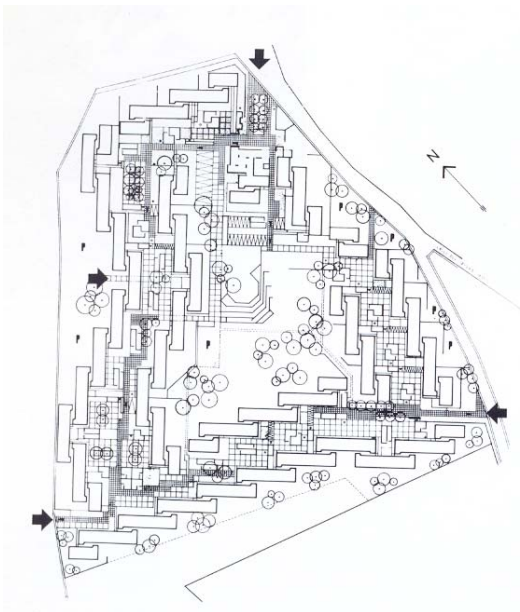


Sáenz de Oíza, Romany y Manuel Sierra. Unidad residencial Batán, Madrid, 1960. Planta tipo y variante



Sáenz de Oíza, Romany y Manuel Sierra. Unidad residencial Batán, Madrid, 1960

En la implantación introduce bloques lineales de cinco plantas y torres de doce. Los bloques lineales están formados por tres muros de carga en doble crujía con dos viviendas por núcleo de escalera. Los bloques alternan viviendas de tres y cuatro dormitorios. Las torres tienen cuatro viviendas por planta y conforman una H con las dos piezas ligeramente desplazadas por el núcleo de comunicaciones. En todos los tipos (bloques y torres) Oíza unifica claramente los núcleos húmedos al igual que realizó en el concurso de las viviendas experimentales.



Sáenz de Oíza, Romany y Eduardo Mangada. Unidad residencial Loyola, Madrid, 1962

En la unidad residencial de Loyola de 1962, Oíza crea un poblado en el que los bloques se desarrollan en dos anillos concéntricos rodeados por una vía rodada exterior. Se genera un recorrido circular interior entre los bloques y un espacio central de carácter peatonal y verde en el interior, donde se sitúan pabellones de guardería, espacios verdes y con sombra, y zona de juegos para niños. El interior del poblado no está cerrado al tráfico rodado, pero el tratamiento del pavimento, el trazado de las vías y la colocación del mobiliario restringen la libertad de los vehículos y dan prioridad al peatón.

Existe una diferencia acusada de cotas entre los extremos de la parcela, por lo que la implantación se realiza en bloques en dos direcciones ortogonales que se van adaptando a la topografía. Tanto la urbanización como las viviendas se incluyen dentro de una malla modulada de 3x3m. Para la ordenación de los bloques se utiliza el módulo mayor de 21x21m, y para las viviendas se utiliza un submódulo de 60x60cm. La tipología única está formada por dos pequeños bloques de dos viviendas unidos y deslizados por una escalera, que va dando acceso a ellas con media planta, de forma que el resultado es de cuatro viviendas por planta adaptadas a la pendiente dos a dos. Oíza vuelve a repetir la agrupación de núcleos húmedos en todos los tipos al igual que en los casos anteriores, con lo que consigue una flexibilidad en futuras redistribuciones, además de una economía constructiva. (1)

(1) Fernández Nieto, María Antonia.: Tesis doctoral: Las colonias del hogar del empleado. La periferia como ciudad. 2006

7. EL INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZACIÓN (INC)

Una modernidad rural y plástica

Paralelamente desde el Ministerio de Agricultura se realizaban en el entorno rural los Poblados de Colonización por parte del Instituto Nacional de Colonización. Eran poblados para los colonos agricultores en el mundo rural concebidos con un programa que tendía a la autosuficiencia. Estaban dotados de una serie de equipamientos que se agrupaban en torno a una plaza principal y entre los que destaca especialmente la iglesia.

Estos poblados tienen sus raíces en la década de los años treinta con el gobierno de izquierdas de la segunda república, donde se tiene conciencia del problema agrario, su reforma, las obras de puesta en riego y de nuevas viviendas para campesinos. En este periodo se forjaron las herramientas necesarias para la colonización del territorio español durante la primera mitad del siglo XX. A través de la ley OPER, cuyos resultados contruados fueron nulos por la irrupción del gobierno de derechas al ganar las

elecciones, se sentaron las bases sobre la creación de zonas regables, la redistribución de la propiedad y el asentamiento de los colonos en los poblados. Una Comisión avanzó unos tipos de casa de gran racionalidad y sencillez, que fueron publicados en la revista *Arquitectura* en 1931: la vivienda del jornalero, una gañanía con capacidad para ocho obreros, y una casa para pequeño propietario.

El agrónomo Miguel Caverio fue el encargado de definir el programa de vivienda y el poblado, que sirvió de base a la posterior labor del INC: la distribución de la vivienda, la estructura general, el viario, las circulaciones separadas, el tipo de agrupación en manzana, las exigencias básicas del trazado y los criterios de ubicación.

Se convocó en 1934 un concurso para la construcción de poblados en las zonas regables del Guadalquivir y Guadalmellato. A éste se presentaron once equipos de arquitectos, entre los que estaban muchos madrileños recién licenciados y muy involucrados en el debate de la construcción de la ciudad en ese momento. Estos equipos abordaron el problema en su mayoría asimilando el poblado a una ciudad satélite, como barriadas de ciudades centroeuropeas y americanas.

En 1935 se convocó por parte del Patronato de Política Social Inmobiliaria del Estado un concurso para la definición de la vivienda rural, centrándose más en el problema estricto de la vivienda y no tanto en la transformación territorial y social. Entre los trabajos premiados, hubo un acuerdo de que el problema debía ser tratado desde las distintas circunstancias regionales y no a través de soluciones abstractas aplicables a todo el país. El trabajo más relevante fue el presentado por José Fonseca en el Seminario de Urbanología de la Escuela de Arquitectura de Madrid, del que fue responsable hasta la guerra civil. El Seminario realizó un intenso examen de la vivienda rural, desde su organización en planta y superficies, siempre buscando criterios económicos e higienistas pero no formales. Se optó por la separación total entre la vivienda de la familia y las dependencias agrarias, conformando dos piezas separadas por el patio. A partir de aquí se definían variantes de acuerdo a los materiales, la climatología y las tradiciones de las distintas regiones. Fonseca también era partidario de un pueblo o aldea cuyo tamaño era función de la productividad básica y de las distancias a las parcelas cultivables, con lo que nunca podían alcanzar una dimensión excesiva. Se hizo una primera división entre pueblos de secano y de regadío, siendo menores los primeros. El pueblo que pretendía Fonseca era una unidad urbanística completa, aunque básica, dotada de sus equipamientos fundamentales.

Fonseca desde el INV en 1939 planteó un nuevo concurso de vivienda rural con el siguiente objetivo: dado un mínimo residencial admisible *existenz minimun*, lo que se

pretendía era establecer la mínima parcela para que la productividad fuera suficiente para una determinada familia. Se buscaba la unidad de explotación de la familia rural. La creación del Instituto Nacional de Colonización, en el que permanecieron gran parte de los técnicos que habían trabajado con las experiencias anteriores, permitió una continuidad evidente que alcanzó su máximo desarrollo a partir de los años cincuenta. Los pueblos fueron concebidos bajo una línea de máxima economía, lo que obligó a una racionalización del trazado y de la vivienda con un disimulado recurso a la tradición. La exigencia de variedad de los mismos obligó a los arquitectos a experimentar fórmulas nuevas que llegaron a aceptarse e instalarse dentro de la línea oficial. Se encargaron pueblos a arquitectos de fuera del Instituto que contribuyeron a introducir debates sobre la cultura arquitectónica española en los años decisivos de su modernización. José Luis Fernández del Amo, arquitecto de plantilla, pero también profesional de prestigio fuera del Instituto y director del Museo Nacional de Arte Contemporáneo, representa lo mejor de estos pueblos de experimentación urbana, donde revisa el lenguaje popular y crea un ambiente rural de profunda clave humanista y religiosa, durante tres décadas.

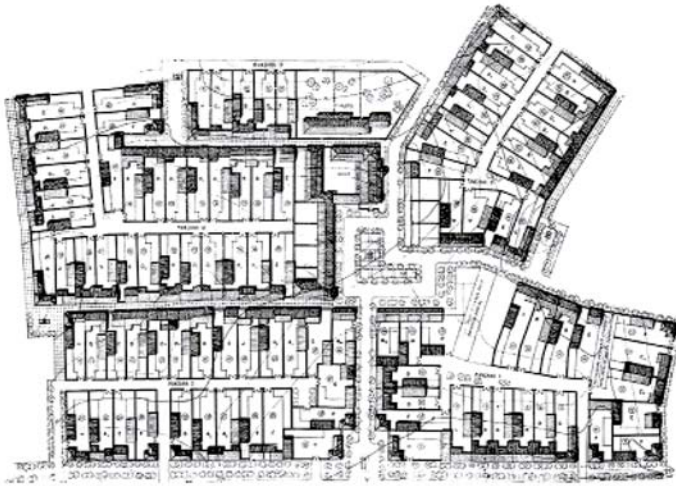
Las herramientas utilizadas en el desarrollo de estos elementos urbanos reconvertidos fueron principalmente la repetición, la abstracción y el informalismo. Las innovaciones urbanísticas se realizaron en tres frentes muy relacionados: la estructura general, el sistema viario y el tipo de manzana, junto con la exploración de nuevos espacios para el centro cívico.

Así, con una red viaria principal, generalmente establecida por el camino de acceso al pueblo, que desembocaba en la Iglesia, y manteniendo una ortogonalidad más o menos relajada en el resto del viario, se establecían mecanismos de control de la forma urbana con una discreta impresión de ruralidad. También se hizo una reflexión sobre las circulaciones separadas de peatones y carros.

La manzana de los poblados tuvo su origen en la agregación de parcelas producto del estudio sobre la vivienda mínima rural con dependencias agrícolas, parcelas que tenían un ancho de unos once metros y una profundidad de unos treinta, pero variaban según el viario, la topografía o las exigencias agrarias. A partir de esta parcela, la manzana quedaba casi inmediatamente definida a través de la agregación de viviendas (de seis a doce) y de la adaptación al sistema viario, mixto o separado.

El modelo también sufrió alteraciones más profundas, como la adopción del tipo de manzana Radburn y su posterior adaptación. La manzana Radburn, de origen estadounidense, cuenta con una vía interna de tráfico en forma de saco y un perímetro peatonal generalmente asociado a un sistema de espacios públicos. En algunos pueblos,

sin embargo, fue más frecuente su utilización a la inversa, porque lo que interesaba era ocultar la presencia de los animales que destrozaban y ensuciaban las calles.



José Tamés. Poblado de Torre de la Reina (Sevilla), 1951

El poblado de Torre de la Reina (Sevilla) de 1951 proyectado por José Tamés pudo ser una referencia normativa para el resto de pueblos. En él puede verse una modificación puntual del tipo residencial, la casa con dos puertas. Defendida como perteneciente a la más larga tradición andaluza. La casa tenía una entrada principal para peatones y una trasera para carros y animales. Así se refuerza la autonomía de la parte vividera respecto a la agrícola y articulando un corral independiente en muchos casos independiente del patio más urbano.

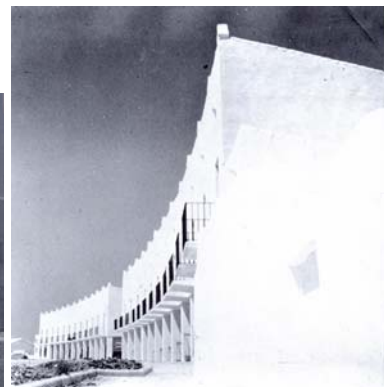
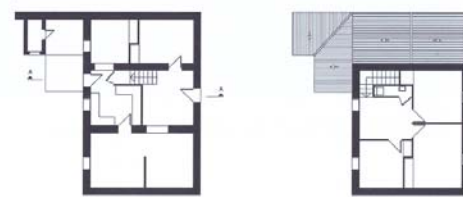
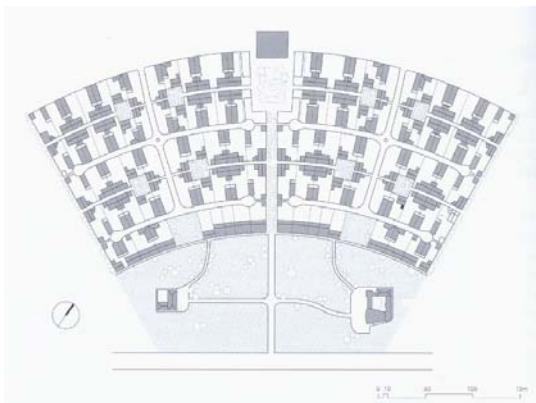
En 1954 se realiza una publicación por parte del INC sobre "Viviendas rurales" en el que se compilaba un conjunto de directrices sobre el diseño y la construcción procedentes del periodo anterior a la guerra civil hasta aquellos momentos. La información subraya dos posibles formas de transformación tipológica: la vivienda crecedera (adaptable al tipo familiar y que ya estaba prevista en las bases de Cervera) y la variedad regional, aunque en realidad eran variaciones epidérmicas sobre un tipo único. Sin embargo, la repetición no fue obstáculo para que algunos arquitectos estudiaran cada vivienda como un proyecto nuevo. Pueblos como Llanos de Sotillo (Jaén) de 1956 de José Antonio Corrales no habrían sido posible sin la radical innovación en el tipo residencial, que tendía a modo de puentes sobre la calle peatonal parte de sus estancias para cubrir así de sombras el paso por dichas calles. En este caso la radical división entre viarios para carros y peatones se lleva al límite, rentabilizando ambas al dar acceso a dos viviendas siempre enfrentadas, provocando que la calle peatonal se convierta más en un pasaje semipúblico muy en relación con las distribuciones en galería interior de la vivienda colectiva (recuerda

a las galerías en altura de distribución de los bloques colectivos de viviendas, iniciados por Le Corbusier en la Unidad de Habitación).



José Antonio Corrales. Poblado de Llanos de Sotillo (Jaén), 1956

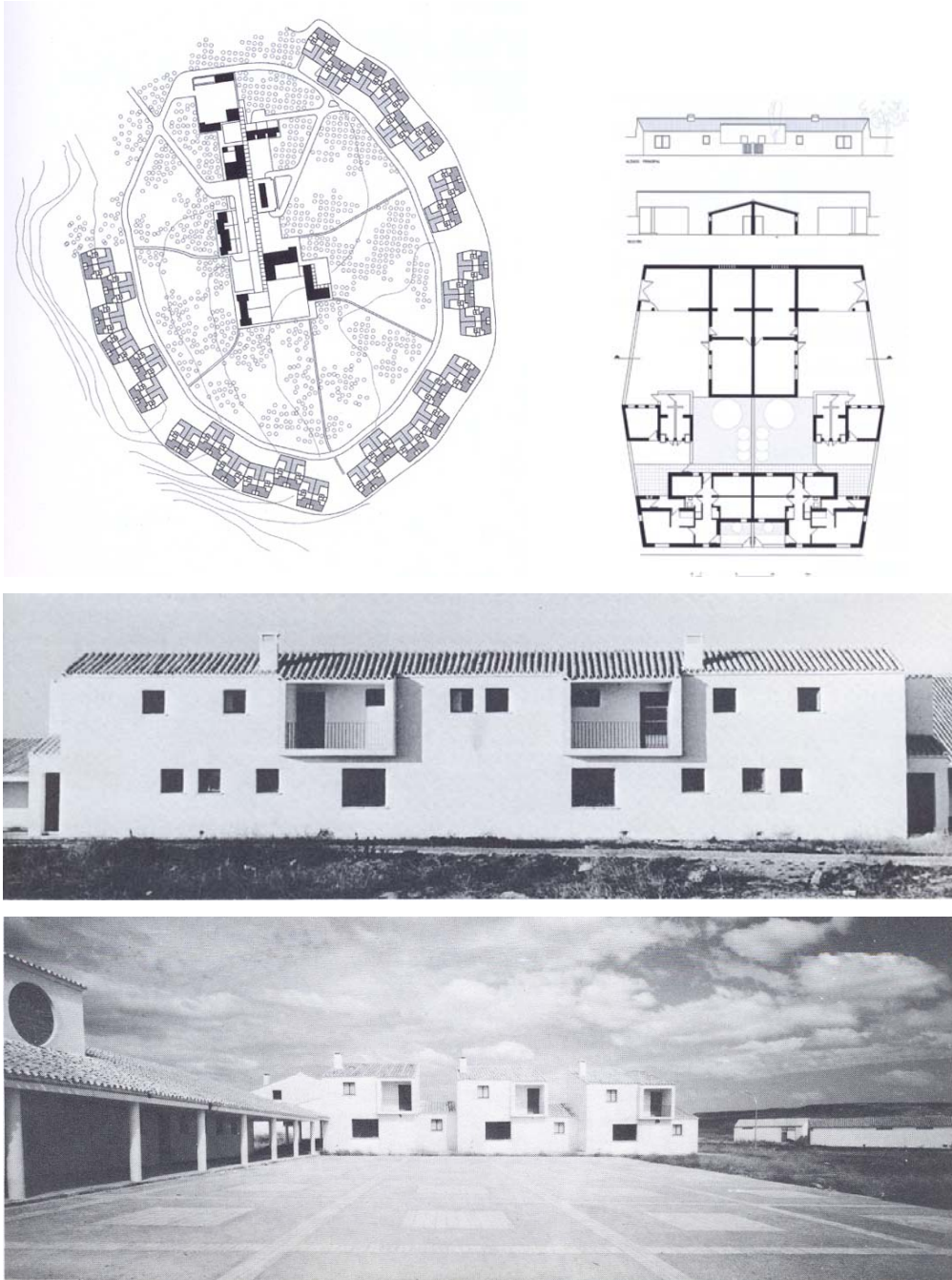
Los esquemas puros ortogonales en la red viaria fueron también pronto superados en espectacularidad e inventiva por otras opciones en modo de abanico como en Esquivel (Sevilla) de Alejandro de la Sota, 1955.



Alejandro de la Sota. Poblado de Esquivel (Sevilla), 1955

De los pueblos de mayor interés es el poblado de Vegaviana en Cáceres de 1954 de Fernández del Amo, donde la descomposición de la manzana explora de manera radical la libertad compositiva de los elementos urbanos. Sáenz de Oíza lo califica como “una lección magistral del arte humano de vivir” (1)

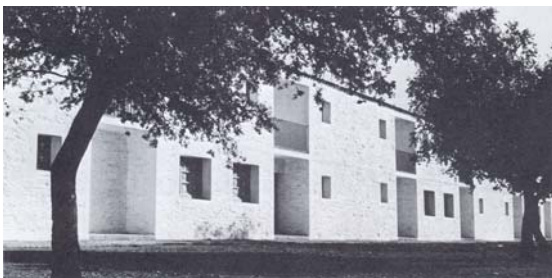
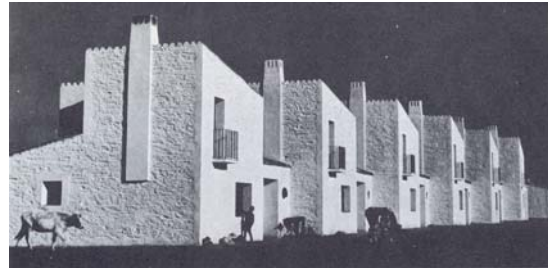
(1) Sáenz de Oíza F. J.: Texto del catálogo de la exposición "Vegaviana" en el Ateneo de Madrid. Marzo – Abril, 1959.



Fernández del Amo. Poblado de Miraelrío (Jaén), 1964

Otro de los proyectos más sobresalientes de Fernández del Amo es el de Miraelrío de Jaén de 1964. Se trata de una extraordinaria reflexión sobre los espacios abiertos y los distintos grados de privacidad de una casa. Incorpora un pequeño espacio de acceso, otro de uso privativo de cocina y lavado de ropa, un tercero ajardinado para solaz de la familia y, por último el corral, en una secuencia simple casi inadvertida del gesto formal del hexágono de la parcelación, pero de gran eficacia compositiva (recuerda a las secuencias espaciales de Rafael Leoz, concretamente la red del cartabón, formada a

partir de un hexágono). El diseño iba desde la planta del pueblo hasta el diseño de las estancias, consiguiendo además agrupaciones de manzanas inesperadas, adaptadas a la topografía.



Fernández del Amo. Poblado de Vegaviana (Cáceres), 1954

El pintor abstracto Rafael Canogar afirmaba: *“Y es que José Luis Fernández del Amo es, él también, un plástico: un plástico de la arquitectura. Su bellissimo pueblo Vegaviana, quedó fajado en mi memoria; poesía plástica, planificado y construido con el rigor y la sensibilidad de un cuadro de Mondrián. Artesanía del espacio y, como él mismo diría: expresión de la materia hecha objeto artístico”*. (1)

(1) Calzada Pérez, Manuel: La racionalización del medio rural en la España del siglo XX: de la vivienda como máquina de producción a la colonización total del territorio. La Vivienda Protegida. Historia de una necesidad. Ministerio de la vivienda. 2009

8. LAS POLÍTICAS DE VIVIENDA SURGIDAS EN LA DEMOCRACIA

Desde 1975, las actuaciones de los planes urbanísticos empezaron a ser más concretos y morfológicos, se preocuparon más por cuestiones de reparación y cualificación del espacio urbano, poniendo especial atención en su definición formal, incorporando el diseño y el trazado desde el primer momento de su redacción.

Para Manfredo Tauri y Francesco Dal Co en su libro *Architettura Contemporanea* de 1976, la ciudad y el edificio son dos extremos que constituyen una oposición binaria inevitable y que constituyen en sí misma una contradicción. Para ellos la historia de la arquitectura sería la historia de los sucesivos intentos por descifrar esa contradicción

fundamental, más que por detectar exactamente cuándo se han resuelto de una forma eficaz. En la cultura arquitectónica moderna, edificio y ciudad, arquitectura y urbanismo, arte e ingeniería también han podido explicarse desde valores e intereses diferentes y muchas veces antagónicos: el edificio como reflejo de los más personales y subjetivos del arquitecto, y la ciudad desde las diferentes ideologías y sus programas políticos y planificadores. (1) Y en la búsqueda de ese punto de encuentro, o mejor de desencuentro, con el análisis de sus causas, es donde Tafuri y Dal Co insisten para llegar al buen planeamiento de ciudad.

(1) Lampreava, Ricardo: Discontinuidades en una ciudad continua. Un siglo de vivienda social (1903/2003). 2003.

Las oportunidades de los ochenta

Con el estado de bienestar europeo y la relativa prosperidad de la última etapa del franquismo, que coincidió con el final de la crisis del petróleo en 1974, se puso en marcha un proceso de reestructuración económica orientado a promover el capital privado, considerado como auténtico motor del crecimiento económico. Este tardocapitalismo puso en crisis el binomio sobre el que se había sustentado la Carta de Atenas: el plan urbanístico y la vivienda social. La vivienda social comenzó a ser cuestionada en la década de los setenta, y se considera la voladura del Pruitt-Igoe como el simbólico punto de partida para desacreditar la vivienda social desde el poder tardocapitalista. Pruitt-Igoe era un barrio de Saint Louis (Estados Unidos) que, cuando se inauguró en 1955, fue aclamado internacionalmente como un modelo experimental inspirado en la Carta de Atenas. Con el paso de los años y la falta de mantenimiento cayó en una decadencia y abandono. Sus 36 bloques y 2.800 apartamentos fueron demolidos en 1972, diecisiete años después de ser construidos. Los sociólogos denunciaron que los altos bloques prescritos por la Carta de Atenas afectaban negativamente a los inquilinos, provocando desarraigo, delincuencia y pobreza, no por las injusticias sociales del sistema sino por la arquitectura y el urbanismo modernos. En la década de los ochenta se extendió esta idea: la vivienda social era poco atractiva y socialmente perjudicial. En Gran Bretaña hubo una oleada de demoliciones de bloques de apartamentos construidos en los años cincuenta y sesenta. Los gobiernos británicos y estadounidense rentabilizaron esta situación reduciendo la construcción de vivienda social por parte de la administración al mínimo. La figura del Plan General empezó a ser cuestionada. La planificación debía adaptarse a la situación y debía actuarse a medida que los problemas iban surgiendo. Los planes generales convencionales ofrecían objetivos pactados a largo plazo, lo que ponía en crisis el modelo urbanístico dictado por la Carta de Atenas y adoptado en la mayoría de las naciones europeas. (1)

(1) García Vázquez C.: Ciudad y vivienda social en la España democrática: muerte y resurrección de la Carta de Atenas. La vivienda protegida. Historia de una necesidad. Ministerio de la Vivienda. 2009

Sin embargo, las políticas sociales eran más necesarias que nunca, debido a la polarización social intrínseca al capitalismo. De la misma forma que ciertos aspectos de la ciudad no pueden pasar al sector privado como las infraestructuras, con las viviendas sociales tampoco. Por todo ello, en Europa no llegó a cuestionarse seriamente la vigencia del plan urbanístico, y mucho menos en España, que acababa de salir de la dictadura. Hubo la necesidad de redefinir los instrumentos urbanísticos heredados del Movimiento Moderno.

En 1984, Bernardo Secchi, profesor de Urbanística en la Universidad en el Instituto Universitario di Architettura de Venecia escribió en la revista *Casabella* (1) un artículo denominado "Le condizioni sono cambiate". En él hace referencia a una serie de fenómenos novedosos en las ciudades europeas: fin del crecimiento urbano, descenso de la población, desmantelamiento industrial y terciarización de las zonas residenciales. Dos temas son cruciales: las dinámicas sociales postmodernas y la reutilización de la ciudad existente. Con el primero Secchi intenta responder desde el plan general a las necesidades de la sociedad contemporánea. La sociedad postmoderna era una sociedad de "minorías", múltiple, compleja y escasamente cohesionada. Por tanto, las ciudades ya no eran el espacio isótropo, medible y coordinado que proyectaron los planes modernos de ordenación, sino una colección de lugares discretos con significados contradictorios. Esta complejidad había puesto en crisis la lógica funcional de la Carta de Atenas. El segundo de los temas que centró la atención de Secchi fue la reutilización de la ciudad existente: "La ciudad y el territorio en el que viviremos en los próximos años ya están contruidos". (2). La elevación de la calidad de vida de una sociedad cada más opulenta y exigente producía una gran demanda de reformas urbanas: equipamientos educativos, culturales, comerciales y viviendas más amplias y mejor equipadas. Este suelo se podía conseguir rescatándolo del interior del tejido urbano preexistente. La industria fue transferida hacia lugares con salarios más competitivos, dejando complejos fabriles obsoletos disponibles como zonas de crecimiento urbano. Además había que sumar los cientos de viviendas deshabitadas de los cascos históricos, desechadas por una clase media seducida por los encantos de las residencias unifamiliares.

El aumento del nivel de vida no apelaba a lo cuantitativo sino a lo cualitativo, no se trataba de crecer, sino de reutilizar la ciudad existente. Secchi proponía centrar la atención en las zonas urbanas incompletas, marginadas y maleables, cuyas funciones eran fácilmente modificables y que ayudaban a "coser" y "ligar" con su entorno.

(1) Secchi B.: "Le condizioni sono cambiantie". *Casabella* n° 498-499. 1984

(2) Secchi B.: "Un progetto per l'urbanistica". Giulio Einaudi, Turín. 1989

Secchi denominó "planes de tercera generación" a los que en la década de los ochenta asumían la formulación por él propuesta. Los diferenciaba así de los "planes de primera generación" de los años cincuenta, cuyo principal objetivo era la expansión urbana, y de los "planes de segunda generación" de los años setenta empeñados en dotar a la ciudad de adecuados servicios sociales.

Uno de los primeros planes encuadrables en este concepto fue el Plan General de Ordenación Urbana de Madrid de 1985 en cuya redacción participó el propio Bernardo Secchi. Supuso una revisión drástica del desarrollismo franquista y que había arrasado con los cascos históricos y plagado las periferias de polígonos de viviendas. Aun así Madrid y los "planes de tercera generación" encontraron enormes dificultades en su confrontación con la realidad: aumento desorbitado del precio de suelo que generó un gravísimo problema de vivienda y colapso de las vías de transporte. Se revisaron añadiendo suelo residencial y proyectando grandes arterias viarias. El ajuste urbanístico de la Carta de Atenas, en la ciudad de los noventa, después de cuatro décadas, se puede resumir en la palabra "flexibilidad".

La Asociación Española de Promotores Públicos de Vivienda y Suelo (AVS), formada por empresas y organismos públicos desde 1988 es la causante de que la vivienda sea todavía un campo de experimentación. La irrupción de una "sociedad de minorías", los nuevos requisitos sociales y tecnológicos, la apuesta por la sostenibilidad, junto con la revolución social han abierto el mercado de la vivienda en infinidad de direcciones: parejas sin hijos, ancianos, personas que viven solas, familias monoparentales, inmigrantes, estudiantes y jóvenes con bajos sueldos. La familia tradicional burguesa entra en un lento e imparable declive.



Josep Llinàs. Viviendas en la calle del Carme, Barcelona



Manuel de la Casas. Viviendas en Alcobendas



Blanca Sánchez Lara. Viviendas en La Lantejuela (Sevilla)

La AVS ha realizado operaciones de muy distinto tipo en las que se reclama una identidad arquitectónica y una personalización en contra de la abstracta e indiferenciada arquitectura racionalista. Bloques con volúmenes salientes, quiebros, desplazamientos de huecos, cambios de texturas y materiales justifican los complejos entornos históricos donde se ubican (viviendas en la calle del Carme, Barcelona de Josep Llinàs). También siguen existiendo bloques donde la isotropía, la modulación y la abstracción forman parte de la lógica de la vivienda social (Manuel de la Casas en Alcobendas). Operaciones de cirugía urbana donde se rellenan los huecos procedentes de las antiguas áreas industriales como en Bilbao, o de la liberación de servidumbres infraestructurales como en la antigua estación de Zafra en Huelva. Proyectos de “crecimiento interior” donde se pretende “acabar” la ciudad en su borde exterior: “regeneración de la fachada exterior de la ciudad y su vinculación con el entorno natural y rural (viviendas en La Lantejuela de Blanca Sánchez Lara). O proyectos donde los bloques son insertados en tejidos preexistentes ya consolidados y a menudo dentro de los cascos históricos como las

viviendas de la Alfalfa (calle Vírgenes) de Carrascal y de la Puente, o como remate de barrios históricos como el de San Jerónimo en Sevilla de Terrados y Suárez.



Fernando Carrascal y Fernández de la Puente. 63 viviendas en calle Vírgenes, Sevilla, 1997



Javier Terrados y Fernando Suárez. 68 viviendas en el barrio de San Jerónimo, Sevilla, 2005

Sin embargo, la periferia sigue gozando de una gran vitalidad, miles de personas, que a finales de los ochenta, seguían viviendo en condiciones precarias aspiran a alcanzar una mayor calidad de vida. Esta revisión de la Carta de Atenas, junto con una mirada hacia la ciudad histórica desemboca en una nueva periferia como recuperación de la ciudad del XIX con espacios públicos tradicionales: bulevares, plazas y paseos, una mezcla de residencias con comercios, oficinas y equipamientos públicos. Las ciudades dormitorio son reemplazadas por ciudades vivas a todas las horas del día.

La explosión demográfica, debida principalmente a la inmigración, como principal demandante de viviendas sociales (no previsto por Secchi), ha generado una nueva expansión suburbana que ha desbordado las periferias tradicionales. Las periferias son gigantescas y complejas estructuras polinucleares donde el papel de las infraestructuras es fundamental. Son las llamadas “áreas metropolitanas”. Las urbes contemporáneas no crecen ya por dilatación sino por integración en su funcionamiento de zonas alejadas y no metropolitanas. Fenómeno vinculado al automóvil y a la aparición de transportes colectivos de alta velocidad que han permitido que miles de personas trabajen fuera de su residencia. Una “metápolis” es un espacio territorial de escala regional cuyos habitantes y actividades económicas están integrados en el funcionamiento cotidiano de una gran ciudad. En este sentido, pero con una escala de “superciudad”, Yona Friedman utiliza el concepto “Métropole Europe” para referirse a la no ciudad más grande del mundo, como un conjunto de grandes ciudades existentes, una idea de 1994, pero publicada por primera vez en 1964.



Yona Friedman. Proyecto Métropole Europe, 1994



Yona Friedman. Europa, ciudad – continente, 1994

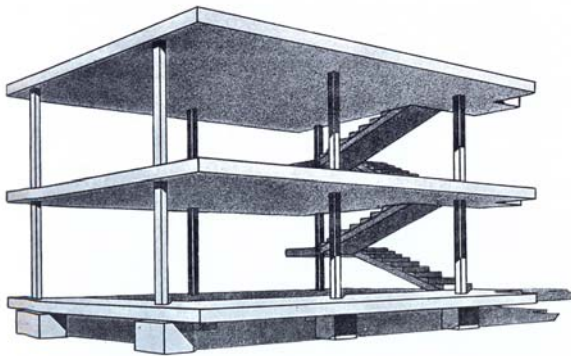
Las áreas metropolitanas han desbordado los límites municipales, provinciales y regionales y han generado un nuevo problema al urbanismo, donde la Carta de Atenas, vuelve a resurgir pero arquitectónicamente humanizada.

LA CONSTRUCCIÓN EN ALTURA - EL MÓDULO APILABLE

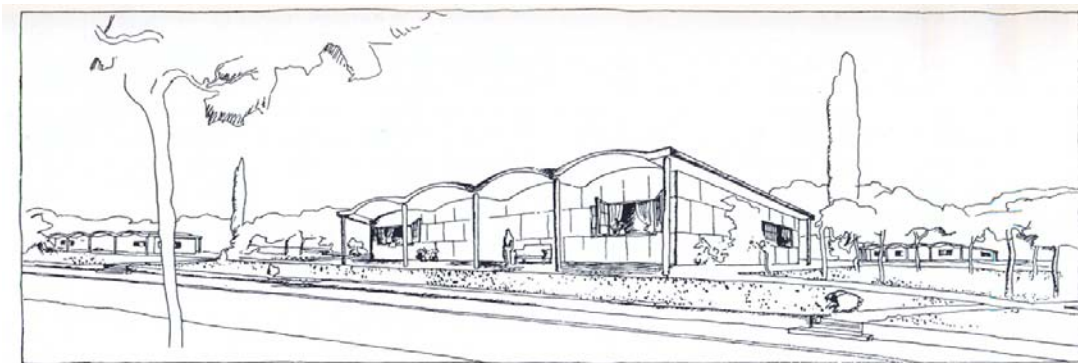
1. LA CIUDAD RADIANTE Y LAS UNIDADES DE HABITACIÓN DE LE CORBUSIER

La casa Dominó y la casa Citrohan

Las obras más innovadoras de Le Corbusier en París antes de 1921 eran, desde el punto de vista de las técnicas de construcción la casa Dominó y Monol. El prototipo Dominó llegó a ser una imagen icono de la modernidad por la carga programática que asume: el uso de nuevos materiales de construcción posibilitados por el progreso técnico, la manifestación de la dislocación entre estructura, cerramientos y particiones, y la posibilidad de producir en cadena. Arquitectura y tecnología quedan fuertemente relacionadas. Se llega a la idea de que este avance tecnológico implica una revolución espacial. En la mente de Le Corbusier está permanentemente la idea de realizar una producción eficaz, para lo cual sugiere crear diversas sociedades que construyan en serie todos los elementos constructivos: esqueleto, ventanas, puertas, mobiliario, etc. Está constantemente presente la concepción de un sistema prefabricado que diferencia claramente las distintas fases de montaje en función del sistema y del material con la consiguiente organización de la obra.



Le Corbusier. Estructura de la casa Dominó para ser producida en serie, 1914.

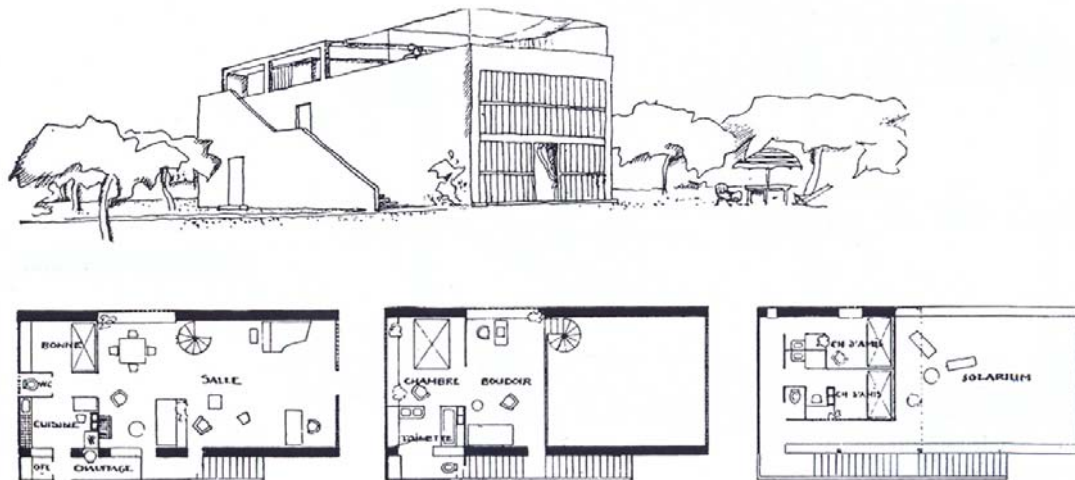


Le Corbusier. Casas "Monol", 1919.

Sin embargo, desde el punto de vista del tratamiento del espacio, la obra generadora de la mayor parte de sus obras futuras es la casa Citrohan. Tipológicamente, el punto de partida de la casa deriva en una parte del artista del siglo XIX y por otra del megaron de la arquitectura vernácula mediterránea (1). Es también una síntesis de elementos tomados de la cultura bohemia de la metrópoli. Según cuenta el propio Le Corbusier en *Oeuvre complète 1910-1929*: “Comíamos en un pequeño restaurante de cocheros del centro de París: están en el bar, y la cocina al fondo; una entreplanta corta en dos la altura del local; el escaparate se abre a la calle. Un buen día descubrimos esto y nos damos cuenta de que las pruebas están aquí presentes, de todo un mecanismo arquitectónico que puede corresponder a la organización de la casa de un hombre. Simplificación de recursos lumínicos: una gran cristalera en cada extremidad; dos muros portantes laterales; una verdadera caja que puede ser útilmente una casa”.

(1)Sala de forma alargada, que se encontraba en los palacios de la civilización micénica, ancestro del templo griego.

El concepto de la casa Citrohan es una vivienda en profundidad con un espacio a doble altura en la zona pública y hastiales laterales ciegos y será la base para el sistema de agregación de unidades que desembocará en la propuesta para las Unités d’habitation.

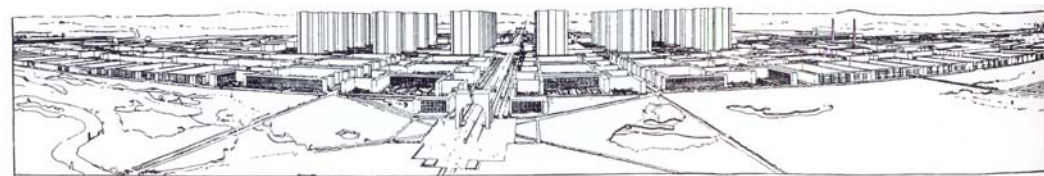
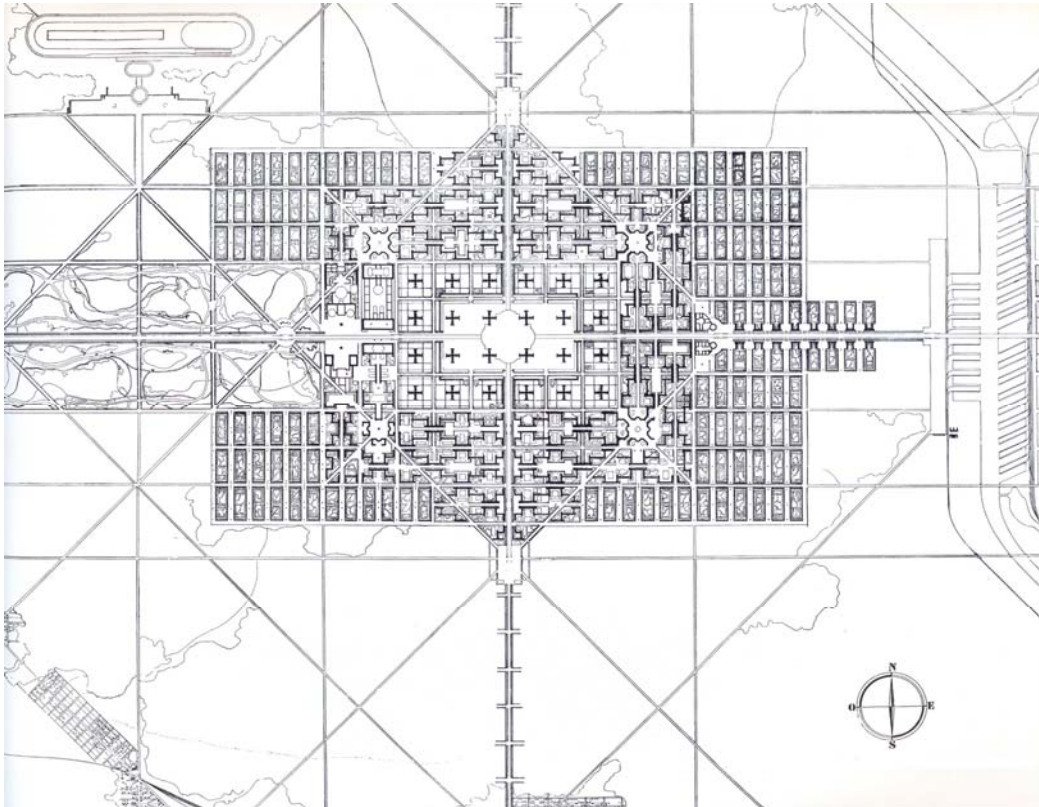


Le Corbusier. Casa “Citrohan”, 1920.

La ciudad contemporánea y los inmuebles villa

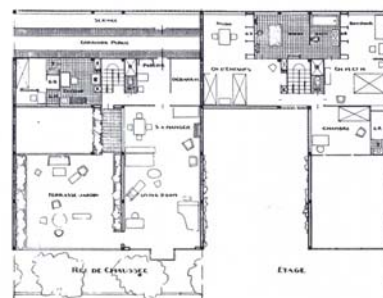
De los primeros proyectos de ciudad que Le Corbusier estaba diseñando nos interesa La Ville Contemporaine, “La ciudad contemporánea de los Tres Millones de Habitantes”, que fue proyectada para el centro de París y se muestra por primera vez en noviembre de 1922 en el Salón de Otoño de la ciudad. (fig. pág. 316-317 GG). Fue diseñada para albergar a seis veces la población del centro de París en ese momento. Con este proyecto se observa la gran facilidad para pasar de la pequeña escala a la grande, y a partir de

aquí Le Corbusier y Pierre Jeanneret comenzaron a modular sobre el tipo de la casa Citrohan.



Le Corbusier. Plan para una ciudad de tres millones de habitantes, 1922.

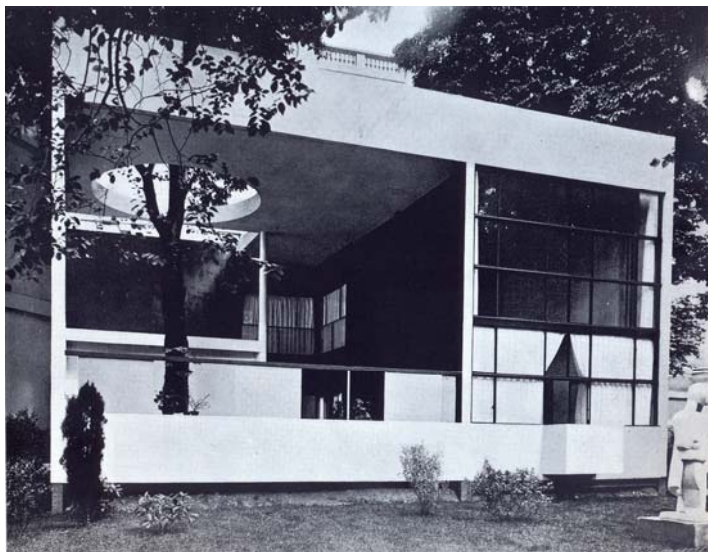
La casa Citrohan fundida con el tipo Dominó, y reformulando el espacio exterior asociado a cada célula (a la manera en que La Cartuja italiana las celdas se relacionan con el espacio exterior), es la base de los Inmuebles-Villas de 1922, un proyecto de doce viviendas por planta con ocho plantas de altura y que comprendía 96 células apiladas alrededor de un patio central (bloc à cellules).





Le Corbusier. Inmueble villa de 120 apartamentos, 1922.

Una de estas células de vivienda en dúplex fue el pabellón del Esprit Nouveau que se construyó en la Exposición de Artes decorativas de París en 1925. Un prototipo en forma de L, con jardín privado cuya asociación produce una agregación con una morfología dependiente de las alineaciones de la manzana tradicional. Este pabellón quiere mostrar que un apartamento puede ser estandarizado para satisfacer las necesidades del hombre “de serie”. La célula habitable, práctica, confortable, bella y verdadera máquina para vivir, donde el término “mobilier” ha sido sustituido por “équipement”. Armarios estándar son incorporados a las paredes, dispuestos en cada lugar con una función cotidiana expresa.



Le Corbusier. Pabellón de “L’Esprit Nouveau”, 1925.

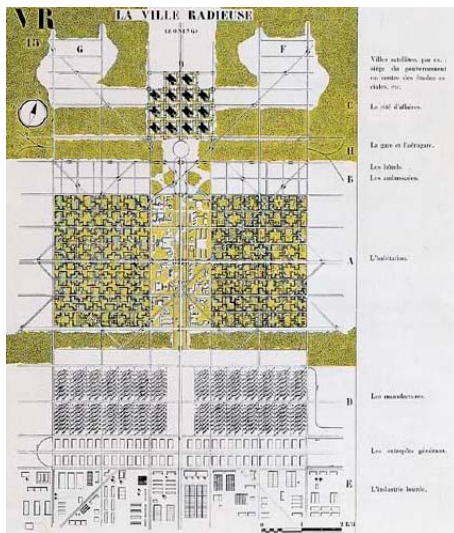
Los principios fundamentales de la ciudad contemporánea de Le Corbusier, eran un descongestionamiento del centro de las ciudades; un incremento de la densidad; un incremento de los medios de circulación y un aumento de las superficies plantadas. Este proyecto para tres millones de habitantes estaba mucho más desarrollado que casi todos sus proyectos de ciudades anteriores, y revelaba un trabajo profundo sobre las secciones. Incluía cinco niveles subterráneos, más un pasaje para peatones por debajo de la primera

planta residencial. Estos niveles debían acoger diferentes categorías de transporte y servicios, incluida la red de metro.

Pero un examen de esta disposición y su axonometría deja ver el aspecto inhumano de la propuesta, el conjunto de calles estaría vacío de peatones, ya que éstos irían por las vías subterráneas o por los corredores elevados dispuestos para dar acceso a las unidades residenciales, además de la separación de las circulaciones en dos clases de peatones, la élite y la clase trabajadora.

La ciudad radiante

Le Corbusier, después de 1922, abandona el *bloc à cellules* (bloque de células) por el *bloc à redent* (bloque en zigzag), este último constituirá la norma de todos sus proyectos urbanos hasta 1935.



Le Corbusier. La "Ville Radieuse", h. 1930.

Bloques de pisos sobre pilotis creando semi-patios.



Separación del peatón y del automóvil.



En la "Villa Radieuse" (la Ciudad radiante), al igual que en la "Ville Contemporaine" (la Ciudad contemporánea), los principales tipos de edificios eran los rascacielos cruciformes y los bloques de pisos, pero ahora los primeros están agrupados en la cabecera de la

ciudad, mientras que los segundos se disponían en largas bandas à redent sobre pilotis, creando así semi-patios y remansos a lo largo de toda su extensión. No existía ya la división entre clases trabajadoras, todo el mundo vivía en las Unités, que combinaban pisos individuales racionalizados con servicios comunes, como gimnasios y guarderías, y bajo el cual se extiende a nivel de suelo un “paisaje-parque” continuo.

En la sección propuesta para la tipología del bloc à redent aparecen una serie de factores que los aproxima a las Unités y que se pueden resumir en (1):

- Corredor de acceso interior.
- Adición de células de vivienda en transversal al eje del corredor.
- Viviendas pasantes este-oeste para mejorar la ventilación.
- Viviendas desarrolladas en profundidad.
- Doble espacio como jerarquizador de la vivienda.
- Compresión de la terraza-jardín.

(1) El concepto de prefabricación en Le Corbusier. Alfonso Díaz Segura. CEU ediciones.

El pabellón suizo

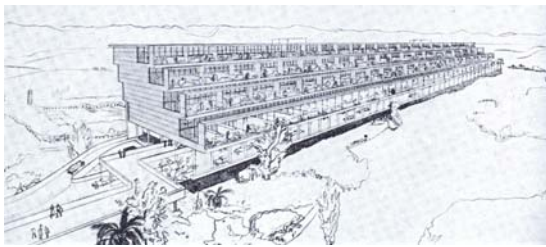
La visión socialista de Le Corbusier, influida por el grupo de investigación del *Stroikom* de Ginzburg y Milinis de los años veinte, le llevó a un periodo “maquinista” fructífero al comienzo de los años treinta. De esta época es el Pabellón suizo en la ciudad universitaria de París que se convirtió en un laboratorio de arquitectura contemporánea. Era una residencia para los estudiantes suizos, y el problema consistía en combinar dichas habitaciones individuales con los servicios comunes. El solar no tenía claramente un frente y una espalada, así que la solución debía abordar los dos lados simultáneamente. La respuesta de Le Corbusier surgió gradualmente en cuatro esquemas desde 1930 a 1931. En todos los casos, las habitaciones de los estudiantes estaban situadas en un bloque separado del terreno mediante grandes soportes, que se modelaron como grandes pilotis de hormigón con sutiles formas curvilíneas. Con los volúmenes auxiliares, que nacen desde el terreno también con formas orgánicas, se diferencian las zonas públicas de las privadas.



La unidad de habitación de Durand

Entre 1933 y 1934, Le Corbusier realiza el proyecto de la Unidad de habitación de Oued-Ouchaia (Durand) en Argelia (fig. pág. 120 GG), en el que vuelve a insistir en la "condensación social". El prototipo era un edificio de once niveles. Sobre los tres niveles inferiores, dedicados a aparcamientos, servicios auxiliares y un restaurante colectivo, se alzaban cuatro unidades a doble altura. En contra de las unidades de la ciudad radiante, en este caso las unidades no se enlazan mediante una calle interior. El bloque era transversalmente asimétrico, en voladizo en el lado sur (habitaciones) y en retranqueo en el norte (terrazas). Tres principios fundamentales parecen haber presidido esta proyecto: el deterioro mínimo del lugar por la construcción de las 1.200 viviendas previstas en cuatro edificios relativamente bajos integrados en el paisaje de dunas; la accesibilidad de cada uno de los edificios por medio de calzadas y vías sobreelevadas, que perseguían asimismo, una integración óptima en el terreno; y, por último, la utilización del retranqueo para expresar la diferencia de la célula individual y el conjunto colectivo. (1)

(1) Kenneth Frampton. Le Corbusier. Editorial Akal.



Al norte las terrazas se superponen para facilitar la vista del mar y de las montañas de Kabília.

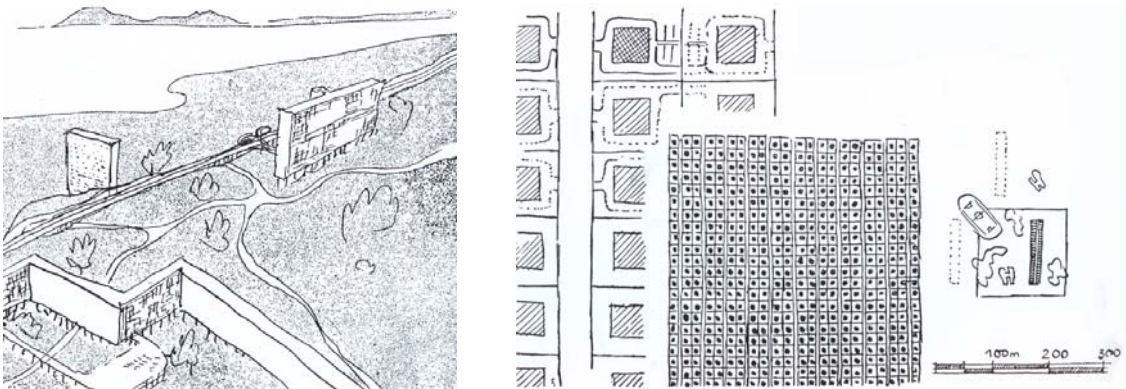
La unidad de habitación de Marsella

En 1945, Le Corbusier recibe por parte del Ministerio de Reconstrucción de Francia el encargo de la Unité d'habitation de Marsella (fig. pág. 141 GG). Tuvo la máxima libertad para expresar de un modo total sus concepciones sobre el hábitat moderno, destinado a la clase media: determinación de las viviendas en función de los diferentes formas de hogar (solteros, familias sin hijos, o con dos, cuatro o seis o más miembros); prefabricaciones de los elementos del edificio; armazón independiente; cuestiones de luz y de sol; ampliaciones de la vivienda; e instalaciones de servicios comunes. Tras veinte años de preparación incansable se había dado la ocasión para llevar esto a la práctica. Para el paso del bloc à redent a la Unité, pese a que ambas son agregaciones de células suficientemente estudiadas con unas vías de circulación prefijadas, Le Corbusier profundizó en el aumento de las zonas públicas y de relación social, en las proporciones reguladas por el Modulor, en los sistemas de cerramiento y control solar, y el interés por

buscar más espacios colectivos como la cubierta y la entrega al suelo, a través del sol artificial (suelo artificial).



Las condiciones de vida habían cambiado y era necesario responder con la arquitectura a una demanda masiva pero económica de alojamientos. Esto implicaba la reducción del espacio privativo y el aumento de la superficie en usos comunes, como camino para abaratar costes, pero también para la consecución de unos ideales de vida.

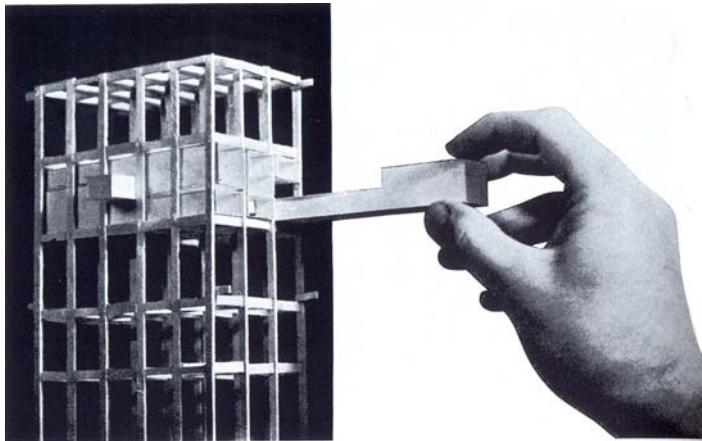


Izquierda: Solo la revolución urbanística instaurará las condiciones para una revolución del arte y de la vivienda.

Derecha: Por oposición: 500 casas unifamiliares en ciudad jardín. Terreno de 450m de lado. A la derecha, "Unité d'habitation" con 500 viviendas; terreno de 160m de lado.

De esta forma, Le Corbusier resuelve una de las mayores críticas que se habían hecho a sus propuestas de bloque colectivos en La Sarranz (CIAM I), quienes sus colegas alegaban que sus proyectos no eran más que la adición de células individuales de gran superficie sin mayor incidencia en la concepción general del bloque.

La Unité es un volumen de viviendas "prefabricado", desde un punto de vista proyectual, donde las viviendas están yuxtapuestas con orientación pasante este-oeste, y la trama gira con cinco viviendas orientadas al sur. Es lo que Le Corbusier denominó bouteille-bouteillier sobre un armazón rígido en el que se insertan piezas de vivienda.



Posteriormente, Le Corbusier recibe el encargo de construir hasta cuatro Unités en sendas ciudades: Nantes, Briey, Berlín y Firminy. En todas ellas se establece una reflexión sobre el encargo anterior, bien por las condiciones de partida (presupuesto o dimensiones) o bien porque la experiencia inmediata anterior no satisfacía sus exigencias. Así va realizando cambios en la formalización de la suspensión del volumen masivo de las viviendas sobre los elementos de apoyo y conexión con el terreno, diferentes transparencias en planta baja, y ajuste de la estructura porticada en el volumen residencial.

2. SUPERESTRUCTURAS DE YONA FRIEDMAN

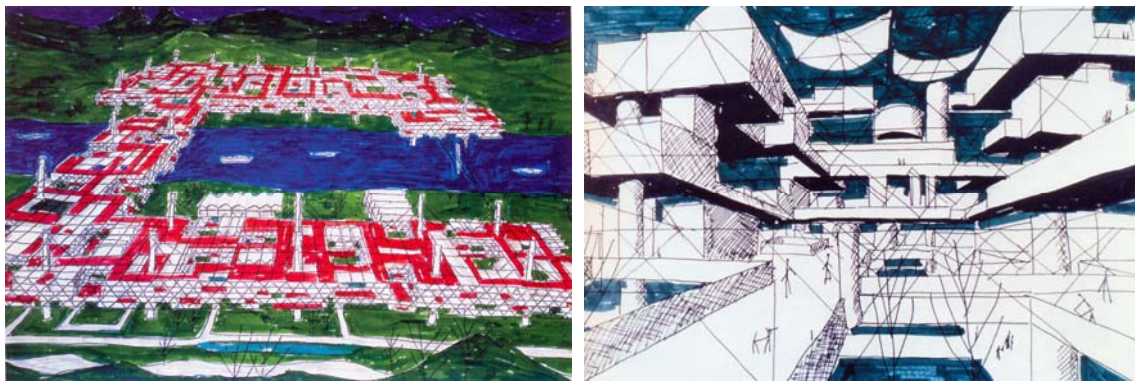
Para seguir avanzando cronológicamente sobre las diferentes formas de apilamiento de células espaciales es necesario comentar los trabajos de investigación realizado por el arquitecto rumano Yona Friedman. En 1954, comenzó un trabajo experimental y utópico (que se verá desarrollado durante la década de los sesenta) en el que se establecían unas pautas y técnicas para que personas sin recursos económicos y sin conocimiento de la arquitectura pudieran autoconstruir sus propias viviendas. Estas posturas (que recordaban a las propuestas del Plan Obús o el Plan de Río de Janeiro de Le Corbusier) acabaron radicalizándose hasta llevarle a la ciudad espacial, que entre otras características implicaba la liberación total del suelo y de la vivienda, eliminado el término “propiedad del suelo”.

La tesis sobre el urbanismo espacial de Friedman se da a conocer en el congreso de los CIAM de 1956 en Dubrovnik. Uno de los temas a estudiar por los grupos de reflexión dentro del CIAM recaía sobre el “hábitat del hombre” y dentro de ésta se encontraba la “movilidad”. Friedman expuso que hasta ese momento la arquitectura móvil se entendía como la movilidad del hábitat cuando debería ser la “movilidad del hombre”, es decir,

una arquitectura que permitiera las transformaciones continuas y necesarias para asegurar la movilidad social gracias a hábitats y configuraciones urbanas que se pudieran componer y recomponer según las intenciones y necesidades de los habitantes. Hacia 1958, Friedman fundó el GEAM (Grupo de estudios de arquitectura móvil) que hasta 1962 reflexionará sobre la adaptación de la arquitectura a las transformaciones de la vida moderna. En 1958, el arquitecto rumano afincado en París publica su primer manifiesto "La arquitectura móvil", donde la movilidad no será la del edificio, sino la del usuario al que se le confiere una nueva libertad. *"El edificio móvil en el sentido de que cualquier modo de uso por el habitante o grupo debe poder ser posible y razonable"* declara Friedman. (1) La arquitectura móvil es pues el hábitat decidido por el habitante a través de infraestructuras no determinadas y no determinantes.

(1) Friedman Y. La arquitectura móvil, editorial Poseidon, Barcelona, 1978.

La ciudad espacial es la aplicación más importante de la arquitectura móvil de Friedman y consiste en una estructura espacial alzada sobre pilotis que contiene volúmenes habitables libremente edificados, insertados en algunos de sus "huecos", alternando con otros espacios no utilizados. Esta estructura puede salvar obstáculos físicos, tanto áreas no construidas (ríos y estanques) o como áreas ya construidas (una ciudad existente). También puede desplegarse por encima de terrenos agrícolas y operar de este modo como una fusión entre el campo y la ciudad. Se trata de una multiplicación de la superficie originaria de la ciudad mediante planos elevados.



Izquierda: Yona Friedman. Estudio para la Ville Spatiale, 1958-62.

Derecha: Yona Friedman. Interior de la Ville Spatiale, 1958-62.

En cuanto a los usos del urbanismo espacial, Friedman comete que: *"Se reservan las superficies elevadas para actividades puramente humanas o biológicas (vivienda, vida pública, ocio, circulación de peatones) y se emplean las superficie inferiores para diferentes servicios (circulación mecánica, almacenaje, producción, alimentación y evacuación)".* (2)

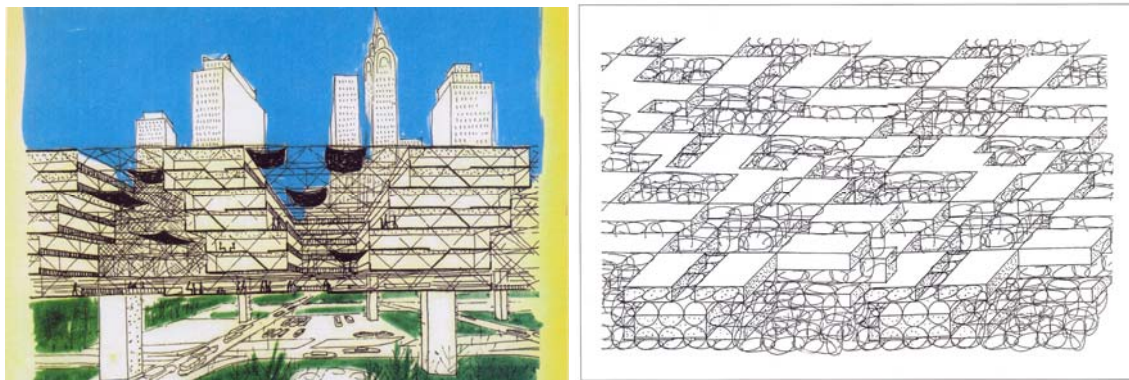
(2) Ibíd. 1

El acceso a las distintas plataformas se realizaría a través de los pilotis que albergarían las distintas circulaciones verticales (ascensores y escaleras).

La ciudad espacial constituye lo que Friedman denomina “topografía artificial”, una trama suspendida en el espacio que dibuja una cartografía nueva del territorio con la ayuda de una red homogénea continua e indeterminada formada por la superposición de distintos niveles en los que conviven una ciudad industrial, una ciudad residencial o una ciudad comercial. (3)

(3) Nuevas formas de habitar a través de sistemas plug-in y apilamiento del módulo habitable prefabricado. Tesis doctoral de Luis Machuca Casares. 2011.

La *infraestructura spatiale* o malla espacial está formada por una serie de vacíos o huecos modulares habitables de una superficie media de 25 a 35 m². La forma de los volúmenes inscritos en la malla solo depende del usuario y su hábitat individual, y la configuración puede ser totalmente libre. Sola la mitad de la malla espacial quedará rellena por los habitantes. El segundo elemento de la idea era también la *Architecture mobile*, es decir, la posibilidad de remodelar periódicamente el hábitat individual y el trazado urbano sin imponer la demolición. Este tipo de programa solo fue posible al implementar la estructura continua, lo que llamó Friedman *space-chain*.



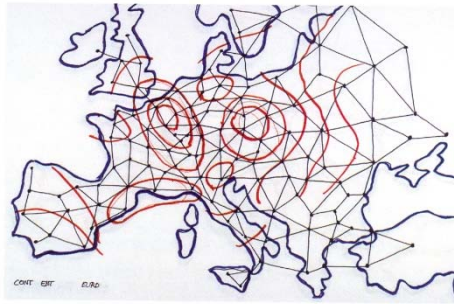
Izquierda: Yona Friedman. Estudio para la *Ville Spatiale*, Nueva York, 1960.

Derecha: Yona Friedman. Estudio para una *Ville Spatiale* con infraestructura de *space-chain*, 1970.

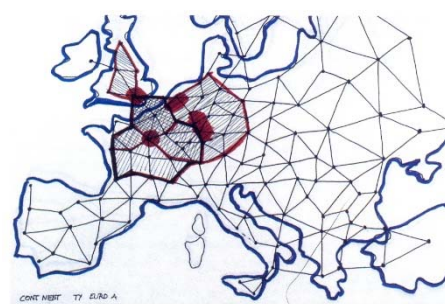
Friedman elaboró distintos casos utópicos sobre la teoría de la ciudad espacial al igual que hizo Le Corbusier con la Villa Radiuse. Una de las propuestas era “Las ocho ciudades-puente intercontinentales”, Europa, Asia, África y América unidas mediante ocho ciudades puente que unen los continentes salvando los distintos estrechos geográficos con asentamientos colgantes de enormes dimensiones que van desde los cincuenta a ciento cincuenta km de anchura.

Las teorías de Friedman estaban totalmente en contra de una estandarización de la vivienda, pero sí a favor de la estandarización espacial que las contenía.

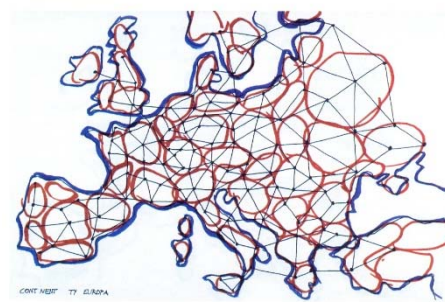
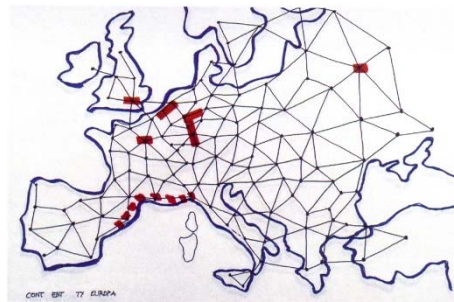
En 1994 Friedman amplía su visión de la ciudad europea del siglo XX en la que el tamaño viene definido por el tiempo de transporte de dos horas desde la periferia al centro o por los transportes públicos como el metro, a la ciudad del siglo XXI definida por el tiempo de transporte entre ciudades con trenes de alta velocidad. Así tendríamos la *Metropole Europe*, una megaestructura de escala continental, con una red rápida de transportes uniendo ciudades ya existentes, París, Londres, Bruselas, Lille, Lyon, Estrasburgo, Basilea, Ámsterdam, etc.



Yona Friedman. Proyecto Métropole Europe, 1994



Yona Friedman. Europa, ciudad – continente, 1994



3. LAS MEGAESTRUCTURAS DE LOS METABOLISTAS

Los rápidos aumentos de población en Japón de la posguerra, unidos al limitado terreno habitable del país, forzaron la aparición de temas de planificación urbana. Para afrontar la incontrolable extensión de Tokio se realizaron propuestas de viviendas y se propuso por parte del gobierno la construcción de una ciudad satélite en las proximidades de la bahía. Surge así, entre los arquitectos jóvenes, el grupo “Metabolista”, nombre con el que pretendían expresar su visión de la ciudad asemejándolo al metabolismo de los seres vivos y concretamente de las plantas, como reflejo de una sociedad que se desarrolla en un proceso vital de permanente cambio y movimiento.

Los miembros principales eran Kiyonori Kikutake, Noria Kurokawa y el crítico Noboru Kawazoe, que publicaron en 1960 un volumen denominado “Metabolism 1960, The proposals for new urbanism” en el que se ilustraban sus investigaciones personales.

Previamente en el congreso CIAM/Team X celebrado en Oterloo de 1959, Kenzo Tange expuso por primera vez una visión clara del proyecto Metabolista: *"Tokio crece, pero no hay más tierra, por lo que tendremos que crecer hacia el mar (...). La gente acude diariamente al centro de la ciudad y debe regresar luego por la tarde, a sus casas situadas fuera de la ciudad. El tiempo que necesita el hombre medio para este viaje es de una hora (...). En este proyecto, el arquitecto piensa en el futuro de la ciudad. Ha dividido ésta en dos elementos, el uno permanente y el otro transitorio. El elemento estructural está concebido como un árbol (elemento permanente) con las unidades de viviendas como hojas (elementos temporales que caen y vuelven a brotar según las necesidades del momento. Dentro de esta estructura, los edificios pueden crecer, desaparecer y volver a crecer, pero la estructura permanece"*.

Noboru Kawazoe

En 1964, con la publicación del artículo "The city of future" de Noboru Kawazoe se exponen una serie de puntos y se dan las pautas del metabolismo cambiante en la ciudad del futuro. El primero de ellos trata sobre el factor del tiempo en el planeamiento: "1) (...) Uno claramente puede distinguir entre aquellos elementos de la ciudad que son reducidos a partes intercambiables, que pueden situarse juntas o separadas con total libertad. Y en el otro, comparativamente, elementos relativamente permanentes que pueden ir previstos de "attachment points" (puntos de conexión), donde la arquitectura reducida a partes, se puede colocar una al lado de otra o individualmente".

En el punto segundo expone lo siguiente: "2) (...) La ciudad del futuro tendrá también una consistencia en su organización del espacio desde la gran ciudad hasta el pequeño módulo de la habitación individual.

La ciudad del futuro contendrá, si nos gusta o no, una escala y una velocidad tan grande que superará con creces la de la escala humana, por ejemplo, habrá "mammoth buildings", súper-bloques y autopistas. Y es este ambiente inhumano de gran velocidad y escala debe encontrarse algo que relacione al hombre con su alrededor". (1)

(1) Kawazoe N. Revista Zodiac nº 9, 1963.

De este modo, la ciudad se descompone en "superestructuras" (megaestructuras), siendo éstos elementos que son permanentes, y a las que finalmente se conectan las partes individuales del edificio, que son los elementos que cambian con mayor rapidez. Estas superestructuras no sólo se reducen a la edificación, sino a todo tipo de construcción urbana, llevando los ideales de Le Corbusier a su máxima escala y expresión. Así el concepto de máquina de habitar se aplica a toda la ciudad, donde absolutamente todas sus partes de menor escala son intercambiables. En la arquitectura metabolista, el urbanismo se realiza a través de propuestas arquitectónicas en tres dimensiones, por lo

que la organización del espacio y tiempo vendrá dada por una modulación escrupulosamente estudiada de todas las escalas de proyecto contenidas en la ciudad. En el segundo apartado del artículo titulado “La liberación de la superficie de la tierra”, Kawazoe toma prestado para la teoría metabolista las plataformas artificiales de Le Corbusier en el Plan de Argel y Río de Janeiro, o la ciudad espacial de Yona Friedman, para contextualizarlas de la siguiente manera: *“Esto se parece a los centros comerciales que albergan una gran cantidad de tiendas independientes y también a las grandes estaciones de tren que son en cierto modo los embriones del nuevo urbanismo. Esta manera de pensar pueda ampliarse, por lo que una ciudad puede llegar a pensarse como un gran edificio, incluso cuando toda no pueda desarrollarse bajo el mismo techo. De este modo, las calles de la ciudad serían paseos agradables. Si fuera necesario, los ascensores, escaleras mecánicas, o bandas transportadoras podrían instalarse como medio de transporte. Naturalmente el coche seguirá existiendo, pero encontrará distintas soluciones dentro de la plataforma artificial; a través de dicha plataforma de hormigón elevada sobre una estructura, correrán las instalaciones de agua, gas, alcantarillado, y todas las infraestructuras urbanas (...). El área que se encuentra debajo se usará para garajes y carreteras. Esta idea propuesta originalmente por Le Corbusier se materializa en el concepto de los pilotis (...). Uno solo necesita pensar en la plataforma artificial como una composición de distintos niveles sobre los que se puedan construir casas como uno tenga a bien”*.

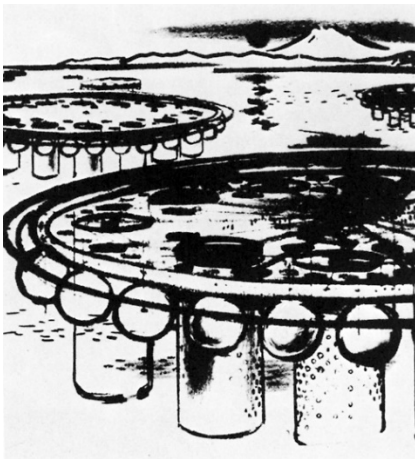
Aunque Kawazoe fue el portavoz de la base teórica metabolista, cada uno de sus miembros, a través de sus magníficos dibujos y propuestas, se pronunció con su propia versión concreta de la ciudad, fortaleciendo de esta modo la identidad del grupo.

Kiyonori Kikutake

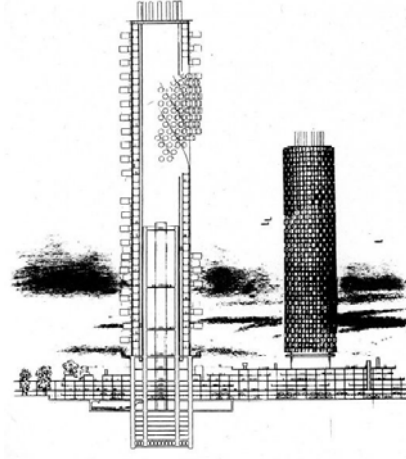
Entre las propuestas de Kiyonori Kikutake se encuentra la Ciudad Marina de 1958 sobre la bahía de Tokio. Los dibujos reflejan una serie de islas circulares que se desarrollan hacia abajo formando enormes torres cilíndricas submarinas con sus respectivas células habitacionales enchufables. También la *Tower-shaped city* que en su versión más elaborada *The dwelling tower cluster* de 1959 estaba formada por enormes chimeneas de 50m de diámetro y 400m de altura a la cual se adosan un gran número de viviendas prefabricadas, con capacidad cada torre para 5.000 personas.

El modelo *The dwelling tower cluster* le servirá para definir la ciudad de “Unabara”, proyecto de 1960, en el que se diseñan los edificios de viviendas denominados “Mova-Blocks”. Estos están formados por un mástil central que va anclado a la plataforma de hormigón flotante de la isla y al que se fijan tres velas que soportan las unidades

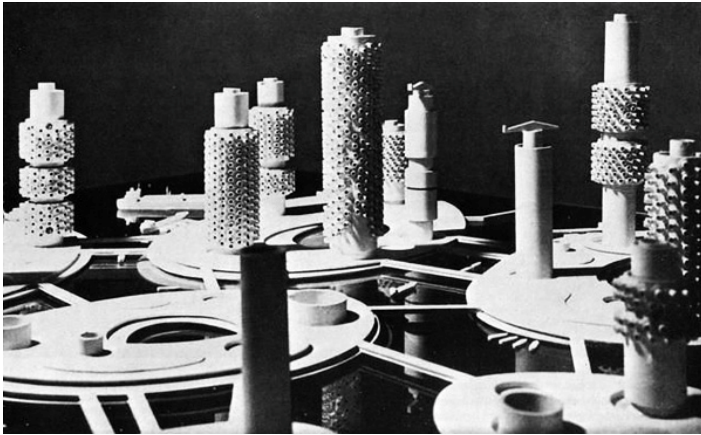
residenciales. Estas velas de los *Mova Blocks* son las encargadas de contener las unidades de viviendas, que se han concebido como una casa circular intercambiable que puede girar del eje central que la sustenta. Un *Mova Block* con un mástil de 100m de altura es capaz de alojar a 10.000 personas. Seis *Mova Blocks* formarían una unidad residencial, y seis unidades residenciales agrupadas alrededor de una zona verde formarían una unidad urbana.



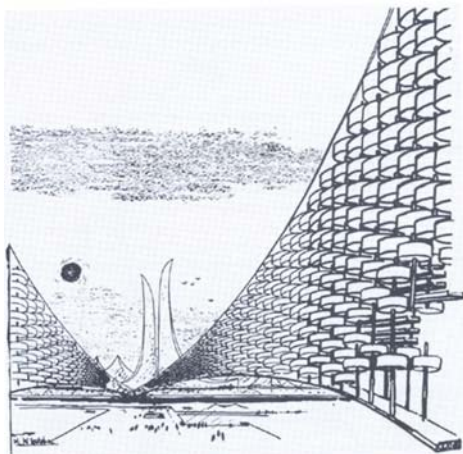
Izquierda: Kiyonori Kikutake. Ciudad Marina: propuesta de ampliación sobre la bahía de Tokio, 1958.



Derecha: Kiyonori Kikutake. Tower Shaped City: propuesta de ampliación sobre la bahía de Tokio, 1958.



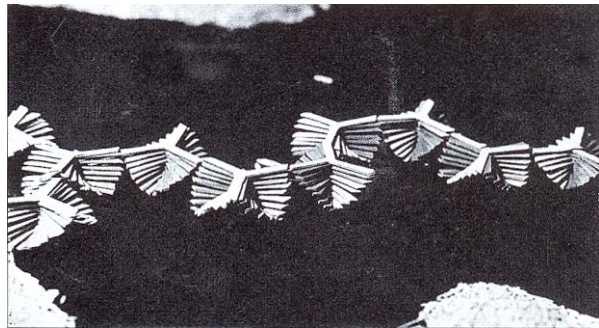
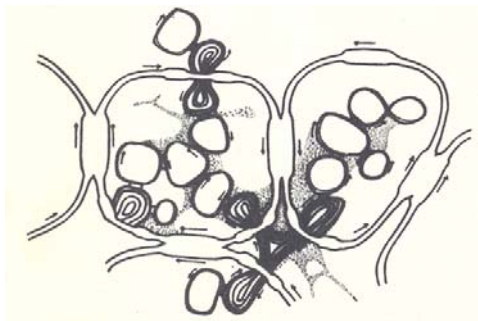
Kiyonori Kikutake. The Dwelling Tower Cluster: propuesta de ampliación sobre la bahía de Tokio, 1958.



Kiyonori Kikutake. Vista interior de Unabara, con ditintos Mova Blocks, 1960.

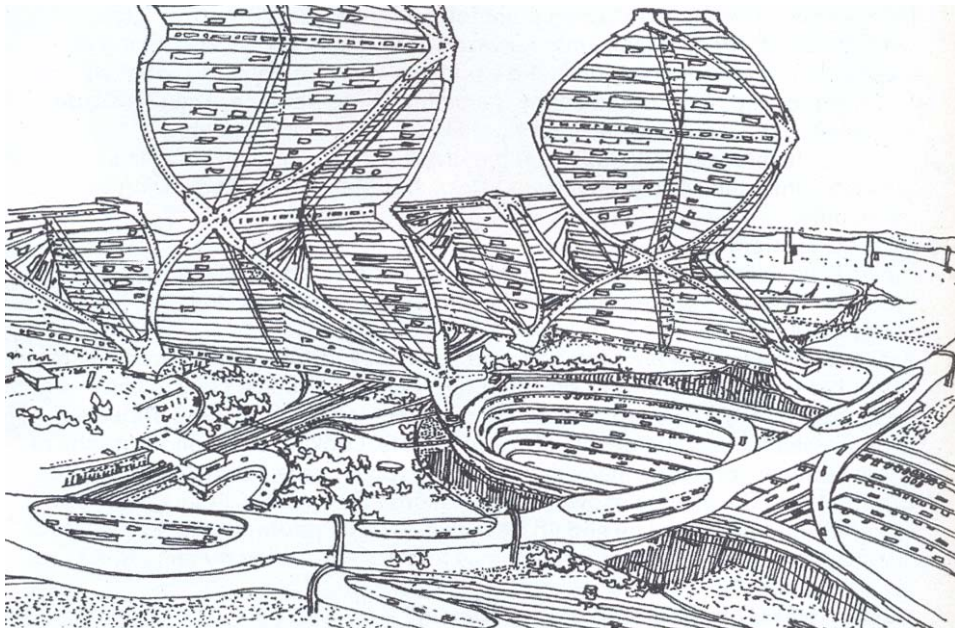
Noriaki Kurokawa

Noriaki (Kisho) Kurokawa realizó para ciudades con un ratio de entre 10 y 20 millones de habitantes como Tokio o Londres, una propuesta denominada *Metabolic cycles*, cuyas imágenes son las más divulgadas del grupo metabolista. Basa su desarrollo y expansión en un módulo denominado *Helicoidal tower* que unido al resto de módulos iguales a través de una serie de conectores, posibilita una red metropolitana de vías rápidas, pudiendo crecer y extenderse celularmente por etapas. Las *Helicoidal towers* están formadas por una inmensa estructura vertical de plataformas escalonadas con forma de abanico donde se alojan diferentes estructuras de pequeña escala como viviendas individuales, edificios de negocios, etc. que se ubican en sus correspondientes emplazamientos de acuerdo con sus ciclos de vida.

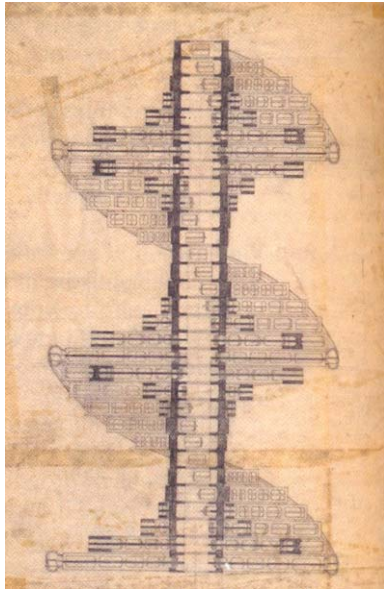


Izquierda: Kisho Kurokawa. Dibujo de las Metabolic cycles. La infraestructura horizontal crearía un sistema de tráfico "cíclico" de forma celular, ampliable en cualquier momento y en cualquier dirección.

Derecha: Kisho Kurokawa. Maquetas de las Helicoidal Towers insertadas dentro de la red de las Metabolic cycles.



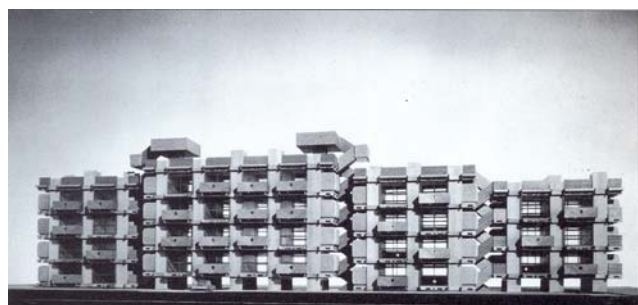
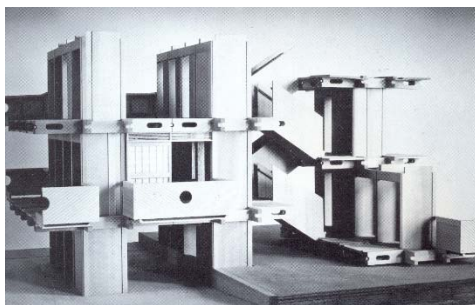
Kisho Kurokawa. Dibujo de las Helicoidal Towers insertadas dentro de la red de las Metabolic cycles.



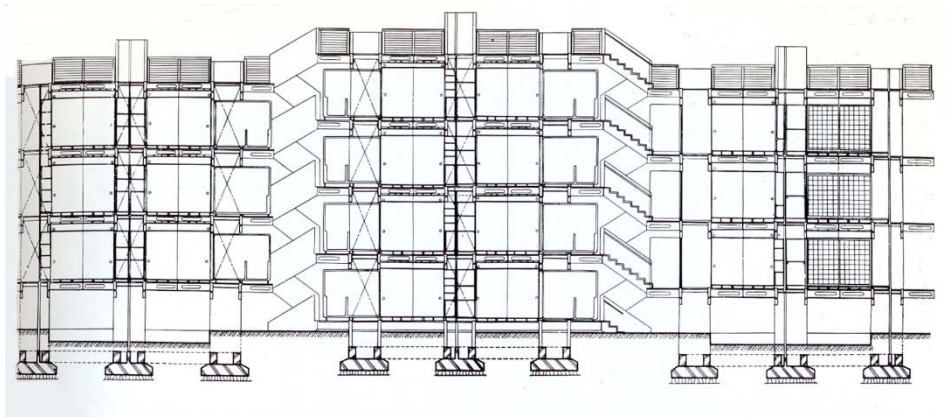
Izquierda: Kisho Kurokawa. Dibujo (sección) de las Helicoidal Towers. La infraestructura tipo árbol con un núcleo central y un sistema megaestructural de solares en terraza donde se dispondrían los edificios públicos, áreas de recreo y edificios residenciales. La diferencia de nivel de las terrazas sería la adecuada para la entrada de luz y sol.

Derecha: Kisho Kurokawa. Maquetas de las Helicoidal Towers.

En la medida que Kurokawa va madurando como arquitecto se aleja de sus propuestas urbanas para centrarse en otras de menor escala y más realizables. En 1962 realizó el proyecto con el nombre de *Box shape prefabricated apartments plan*. Es un sistema en base a estructuras prefabricadas que pueden crecer con facilidad tanto en vertical como en horizontal por la adhesión de diferentes bloques iguales. Cada bloque se configura por dos viviendas por planta y cada vivienda se compone de cuarto de estar y dormitorio que quedan dentro de la estructura del bloque. Sin embargo, las cocinas y cuartos de baño se incorporan en unas unidades prefabricadas a una de las fachadas del edificio en una estructura que engancha con los voladizos que salen de la misma. Es un sistema en el que los equipamientos que más se desgastan de la vivienda, como son el cuarto de baño y la cocina, se pueden recambiar e intercambiar ofreciendo una cierta libertad de distribución al usuario dentro de los límites que ofrece el modelo.



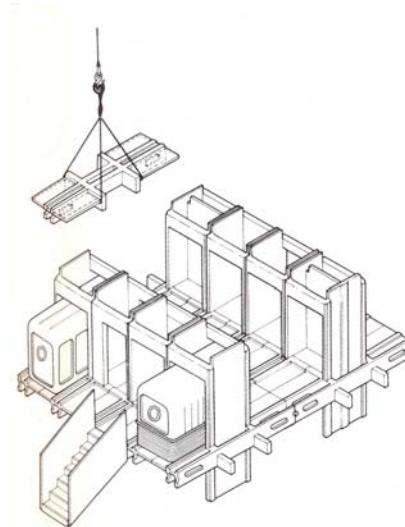
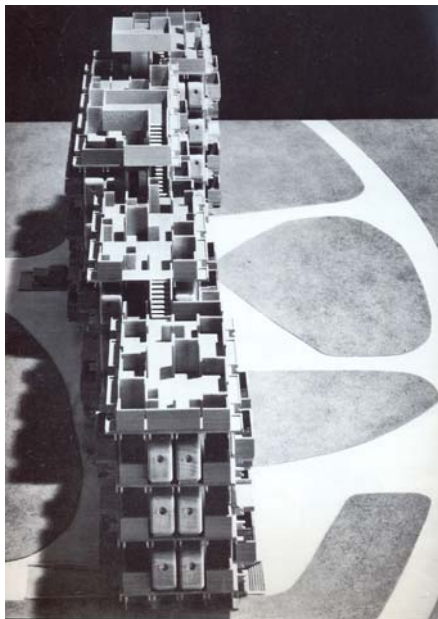
Kisho Kurokawa. Maqueta del proyecto "Box shape prefabricated apartments", 1962



Kisho Kurokawa. Sección del proyecto "Box shape prefabricated apartments", 1962



Kisho Kurokawa. Planta del proyecto "Box shape prefabricated apartments", 1962



Kisho Kurokawa. Maqueta del proyecto "Box shape prefabricated apartments", 1962. Esquema de prefabricación.

Después de la exposición universal de Osaka de 1970 en la que Kurokawa había realizado varios pabellones e instalaciones que le dieron cierto bagaje profesional, proyecto la *Nakagin Capsule Tower* en 1972, que supone uno de los proyectos metabolistas contruidos más representativos.

El edificio Nakagin es una construcción residencial, dirigida a un perfil de cliente tipo hombre de negocios, bajo sistema plug-in en altura en la que el proceso de construcción se encuentra diferenciado en dos partes. Por un lado están las dos torres de servicio, una

de once plantas y la otra de trece, realizadas en estructura metálica y hormigón, revestido en chapa de acero. Son lo que en el lenguaje metabólico se define como "artificial-land". Contiene en su interior las instalaciones generales y una escalera helicoidal de servicio. Por otro lado se encuentra la producción en fábrica de las 144 cápsulas, que una vez terminadas son transportadas a la obra y donde a través de grúas son adosadas a los muros de la torres a partir de la planta segunda. Existe un basamento en planta baja y primera para vestíbulo, accesos, instalaciones y oficinas en planta primera.

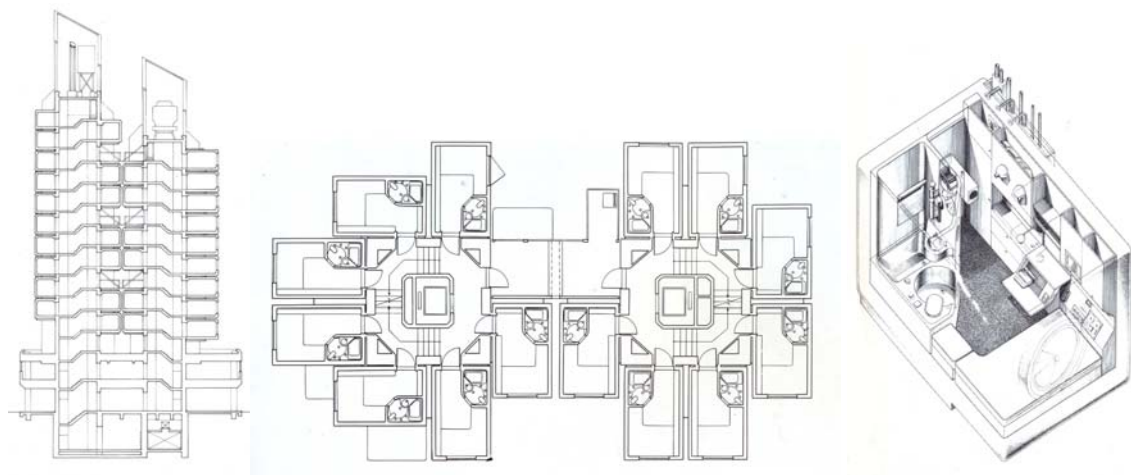
Las instalaciones tienen su propio ciclo metabólico en el edificio, por lo que fueron proyectadas y montadas con su propio sistema plug-in para que no haya ningún inconveniente en su regeneración. Existen unos módulos verticales de tres plantas de altura que se adosan de abajo a arriba en la torre y se dejan ver exteriormente entre las cápsulas a las que dan servicio.

El cliente podía elegir una serie de materiales de acabado y algunos equipamientos e incluso la disposición de diferentes elementos entre las variantes ya diseñadas, aunque en un principio se pretendía que la personalización de las cápsulas fuera mucho mayor. Así Kurokawa daba un paso hacia la personalización de la cápsula incorporando equipamientos extras al igual que en la industria del automóvil, potenciando el existenzminimum de la máquina de habitar.



Kisho Kurokawa. Nakagin Capsule Tower, Tokio, 1972.





Kisho Kurokawa. Nakagin Capsule Tower, Tokio, 1972. Sección, planta general y axonometría de la cápsula.

Kenzo Tange

Kenzo Tange también quiso realizar su propia versión para la bahía de Tokio. Su propuesta parte de las investigaciones que él impartió en la cátedra de urbanística de Massachusetts Institute of Technology (desde septiembre de 1959 hasta febrero de 1960) para dar residencia a 25.000 habitantes sobre la costa de la bahía de Bostón.

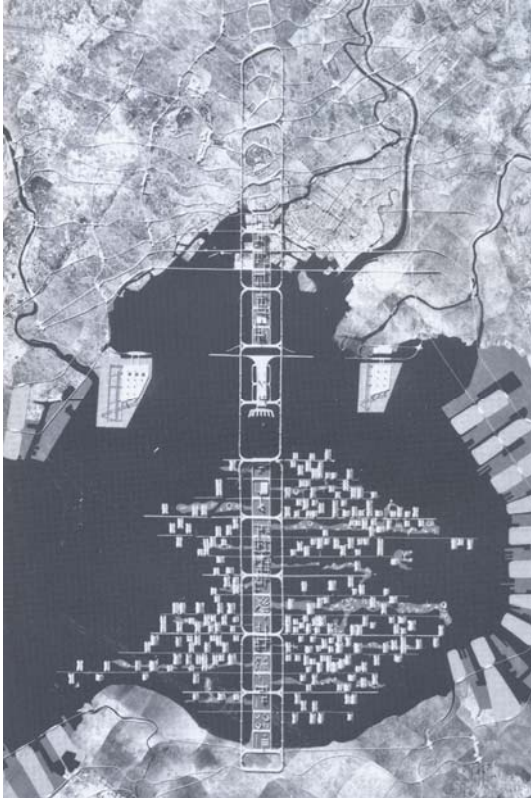
Sus ideas más importantes se basan en viviendas aterrazadas y apiladas espalda contra espalda sobre vías de transporte, y que en Tokio resolverá dejando las plantas aterrazadas libres para que se puedan distribuir las diferentes unidades de viviendas prefabricadas. *“Las viviendas forman todas juntas, pequeñas estructuras en el interior de las cuales pueda cambiarse incluso su forma. A este nivel microscópico los detalles y la disposición misma de la casa pueden configurarse indistintamente según el gusto de cada uno. Esto significa que existe la posibilidad de distinguirse individualmente en el ámbito del sistema”.*

(1)

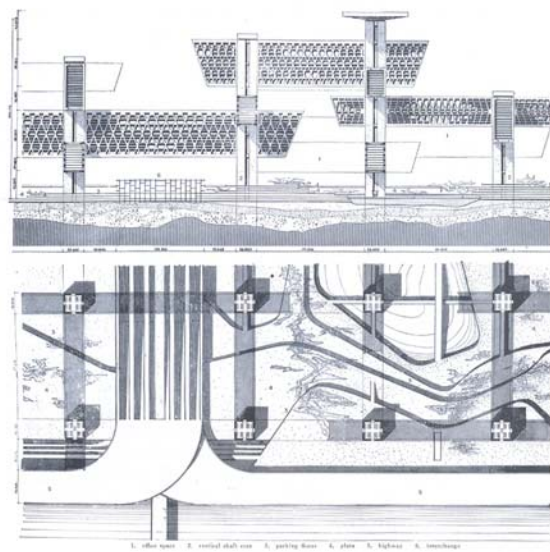
(1) Kenzo Tange “Relation to the Project of M.I.T.” The japan architect, 1960.

El Proyecto de Tokio se estructura en torno a un gran eje central consistente en una cadena de circuitos rectangulares. El primero de ellos enmarcaría el Central Business District existente en tierra firme; el segundo rebasaría la orilla del mar; el tercero y el cuarto quedarían enteramente por encima del agua. Pasado el cuarto eslabón el proyecto cambia de escenario para adentrarse en la bahía. El quinto eslabón está vacío y solo contiene el puerto y los siguientes vuelven a estar ocupados por oficinas y edificios públicos. Todos los lados rectos y paralelos de los eslabones están unidos por puentes en suspensión, pero es desde el sexto desde donde arrancan los puentes auxiliares en ángulo recto para comunicar con las agrupaciones (“cluster”) de unidades residenciales. En este proyecto, las construcciones megaestructurales, así como las infraestructuras de

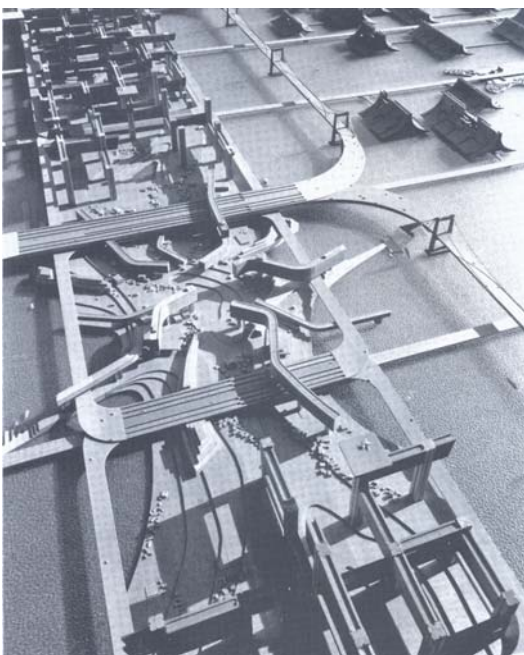
comunicaciones, incrementan su escala espacial y temporal, mientras que las estructuras de menor escala, como las viviendas individuales y otras estructuras elementales de consumo, como el mobiliario, disminuyen su escala inversamente proporcional al aumento de una cultura de *usar y tirar*. Esta combinación de las dos escalas se expresa de una forma armónica en las estructuras triangulares que son las portadoras de los distintos módulos habitables.



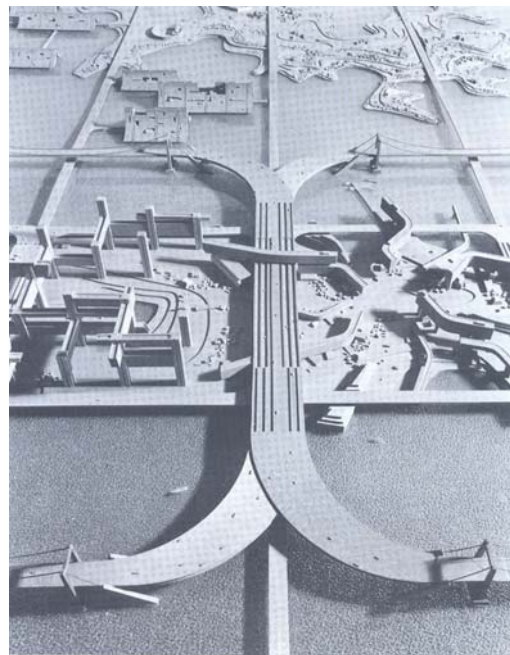
Kenzo Tange. Plan de Tokio, 1960.



Plan de Tokio. "Pilotis y core system", 1960.



Plan de Tokio. Vista del gran eje central.



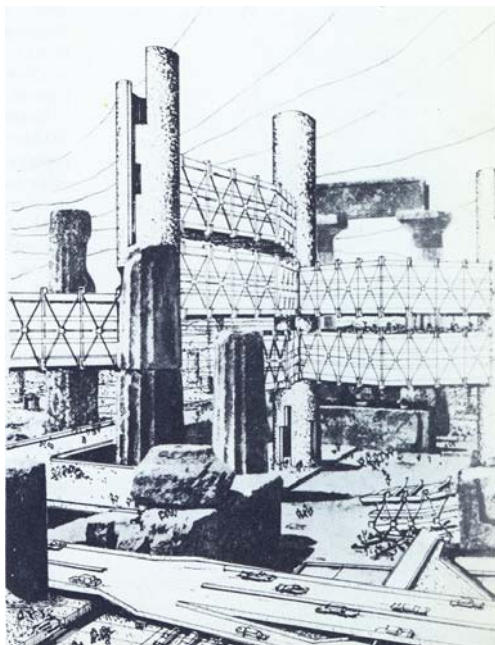
Plan de Tokio. Intercambiador de autopistas.

Arata Isozaki

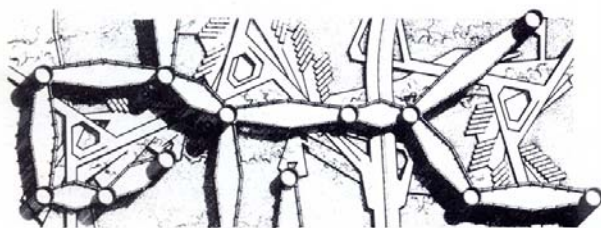
Arata Isozaki que había estado trabajando con el maestro Tange durante siete años, era un gran conocedor de los aspectos de diseño del Plan de Tokio, puesto que además estuvo encargado del mismo. Puso en práctica lo aprendido y realizó dos propuestas para poner fin a la andadura creativa del grupo: "City in the air" y "Clusters in the chair".

City in the air es el nombre con que se conoce el famoso fotomontaje de la propuesta, en la que aparecen los edificios puente sobre las ruinas del Partenón, simbolizando que el futuro contendrá las ruinas del presente. Son una serie de megapilares de 12m de diámetro, que además de albergar las comunicaciones verticales, son los encargados de soportar una serie de plataformas interconectadas donde irían las oficinas.

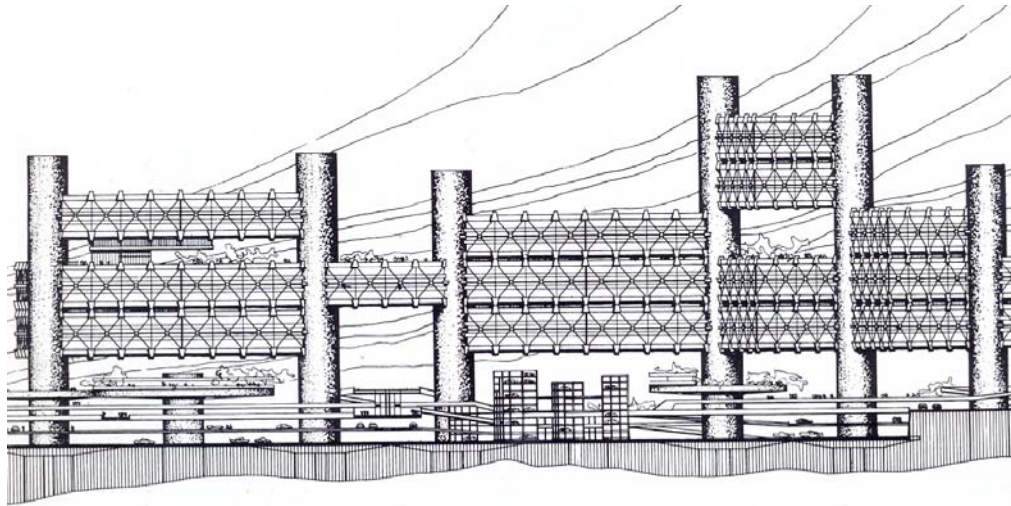
En el proyecto del *Cluster in the chair*, el *joint core system* (megapilares que sustentan las megaestructuras horizontales) se modifica para estructurar la ordenación residencial. El complejo residencial se levanta en el aire por encima de los bloques urbanos existentes. Los elementos verticales son los encargados de albergar el transporte público, mientras que las ramas (espacios laterales de circulación) que nacen de estos elementos, son las encargadas de sustentar las hojas (las unidades de vivienda), que se entrelazan e interconectan para generar una red en el aire. Esta imagen bucólica, que evoca la multiplicidad de árboles hasta el punto de crear un bosque, recuerda la construcción tradicional japonesa de postes y vigas.



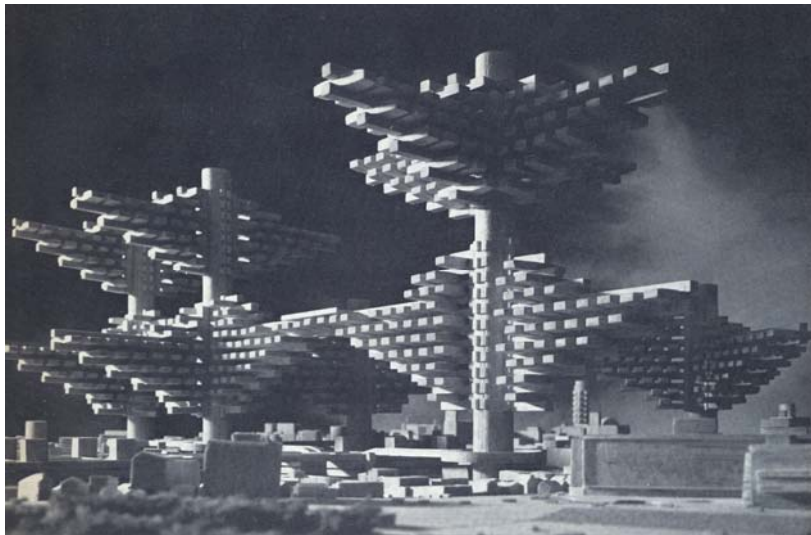
Izquierda: Arata Isozaki. Fotomontaje de "City in the air", sobre las ruinas del Partenón: "El futuro contendrá las ruinas del presente".



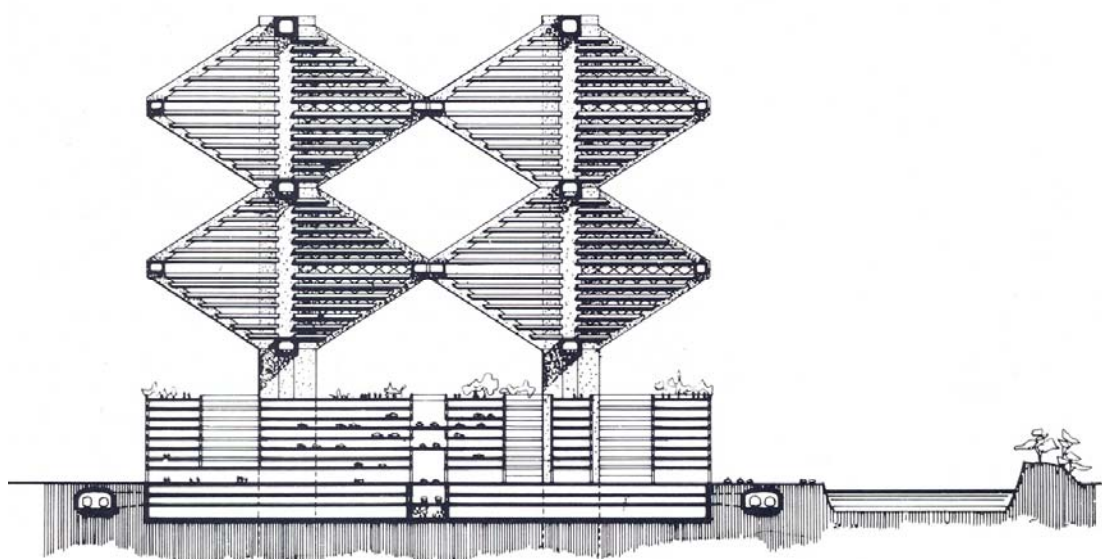
Derecha: Arata Isozaki. "City in the air", plantas. Las torres cilíndricas contienen los ascensores y otras infraestructuras, interconectadas por un sistema flexible de vigas de celosía de grandes luces que albergan las oficinas y otros espacios de trabajo.



Arata Isozaki. Alzado de "City in the air", Tokio, 1960-61.



Arata Isozaki. Maqueta de "Clusters in the air", Tokio, 1960-62.



Arata Isozaki. Sección de "Clusters in the air", Tokio, 1960-62.

5. MEGAESTRUCTURAS BAJO SISTEMAS PLUG-IN Y APILABLES

Una megaestructura es una gran estructura donde tienen cabida todas las funciones de una ciudad o parte de ella. Kenzo Tange la definía como una forma a escala de la masa humana que incluye una megaforma y unidades discretas rápidamente intercambiables, que encajan dentro de una estructura mayor.

Casi todos los trabajos realizados por los grupos metabolistas se habían diseñado principalmente bajo los sistemas de plug-in, sin embargo, los sistemas de apilamiento de células habitacionales se realizarán con las propuestas de megaestructuras en occidente.

Plug-in frente a apilamiento

Justus Dahinden en su libro “Estructuras urbanas para el futuro” de 1971 define lo que son los sistemas plug-in (enchufable) de los sistemas de acoplamiento:

“En la arquitectura plug-in (enchufar) o clip-on (acoplar), los edificios se diseñan sobre la base de un edificio primario (que se ocupa de los elementos de sustentación) y un sistema secundario (integrado por los elementos de relleno). Así, en lugar de funciones separadas, tenemos elementos separados que realizan una pluralidad de funciones. Esta pluralidad se refleja en los tres componentes del edificio: la estructura de sustentación, los rellenos y los servicios. Cuanto más independiente sean entre sí estos componentes, más variable resultará el sistema en su conjunto. Teóricamente sería posible ampliar, intercambiar o eliminar cualquier elemento individual del edificio en cualquier momento sin afectar a la estabilidad de la estructura. Este tipo de construcción por elementos tiene en cuenta el envejecimiento de las diversas partes y hace perfectamente factible la regeneración; también permite una construcción económica”. (1)

(1) Dahinden J. Estructuras urbanas para el futuro Gustavo Gili. 1972.

También Dahinden define los sistemas de apilamiento de células como aglomerados celulares:

“Los aglomerados celulares están compuestos de estructuras formadas por unidades modulares integradas. Por tanto, no se dividen en estructuras primarias y secundarias, como pasa con el plug-in, pues el caparazón exterior de los componentes individuales sirve, al mismo tiempo, de elemento sustentador de carga y separador de espacios. Se pueden añadir nuevas unidades en dirección horizontal y, siempre que las células estén adecuadamente reforzadas, en sentido vertical. En este último caso, el edificio resultante puede clasificarse de macroestructura o estructura espacial. Las unidades celulares se pueden agregar también a estructuras rígidas preexistentes a fin de incrementar el espacio vital disponible”.

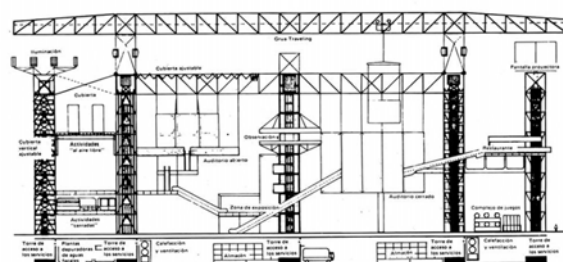
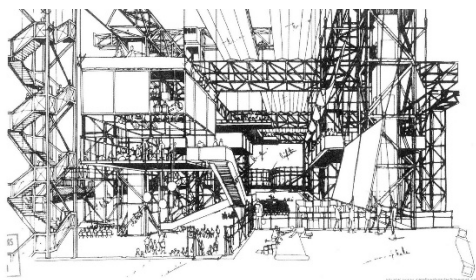
La primera se trata de una definición que describe muy bien el sistema de “la botella y el botellero” de Le Corbusier, que sirve para encajar los proyectos megaestructurales realizados en la década de los sesenta, y la segunda se basa en la idea constructiva del concurso realizado por Le Corbusier para la Unidad de Habitación y sus torres cilíndricas de Estrasburgo, 1951 o Meaux, 1956. (1)

(1) Nuevas formas de habitar a través de sistemas plug-in y apilamiento del módulo habitable prefabricado. Tesis doctoral de Luis Machuca Casares. 2011.

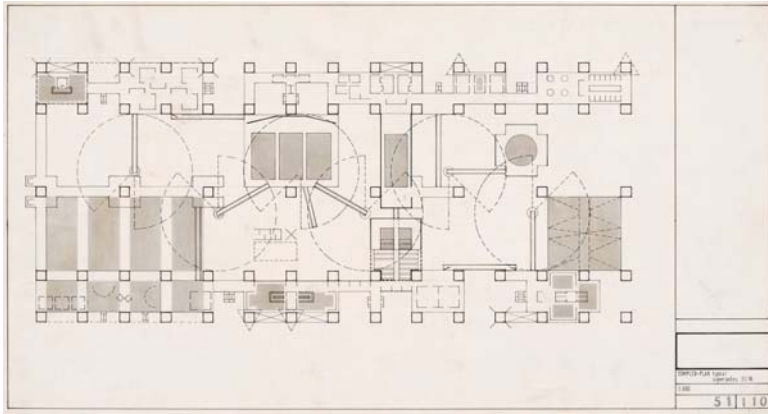
Será en Europa y no en América del Norte (que debido a las grandes extensiones de terreno la prefabricación se ha orientado más hacia la vivienda unifamiliar), donde podemos encontrar soluciones residenciales de modelos megaestructurales en altura tipo plug-in y apilables, pues los problemas de suelo y de densidad son más parecidos a los de Tokio. Y será más concretamente en Inglaterra donde este ambiente de la megaestructura es más favorable, debido al cambio de liderazgo de los CIAM a favor del Team X de los Smithson, Voelcker, Howell y otros, con sus propuestas de una arquitectura social sensible con el lugar.

Cedric Price

El arquitecto Cedric Price recibió el encargo del Fun Palace en 1962. Se trata de un complejo lúdico educativo que aprovecha las redes de comunicación existentes en el nordeste de Londres. Es una estructura abierta de grandes dimensiones, similares a las de Friedman, con la escala de un astillero y de apariencia similar. Estaba compuesto por cinco hileras de quince torres de estructura triangular. El conjunto cubre un rectángulo de 260x114m en el que las instalaciones permanentes (agua, electricidad y saneamiento) se suministran verticalmente a través de los conductos ubicados en las torres de soporte, pero todos los elementos de tabiquería, equipo ambiental, escaleras mecánicas, escenarios, etc., iban a ser transitorios móviles e intercambiables. Pretendía además que el Fun Palace fuera un espacio regenerador de los edificios y áreas adyacentes. Lo más característico de este proyecto es su metabolismo más cambiante en contra de los japoneses: los espectáculos estaban pensados para montarse y desmontarse más de una vez al día y la estructuras primarias debían cambiarse cada diez años.



Cedric Price. Fun Palace. Dibujo interior y sección, 1962.

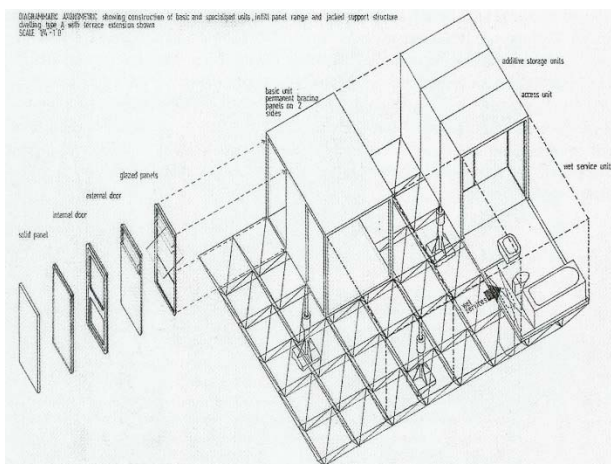


Cedric Price. Fun Palace. Dibujo interior y sección, 1962. Radio de giro de las diferentes grúas para el transporte interior.

Price incidirá dos años más tarde con uno de sus proyectos más ambiciosos “The Pottery Thinkbelt”, en él propuso utilizar la red de ferrocarriles abandonada en la gran área de los Potteries como la infraestructura básica para una nueva escuela politécnica, donde las aulas móviles, los módulos residenciales y de laboratorio fueran puestos en funcionamiento sobre las vías, para ser agrupados o reagrupados en otro sitio, en función de las necesidades cambiantes de la universidad.



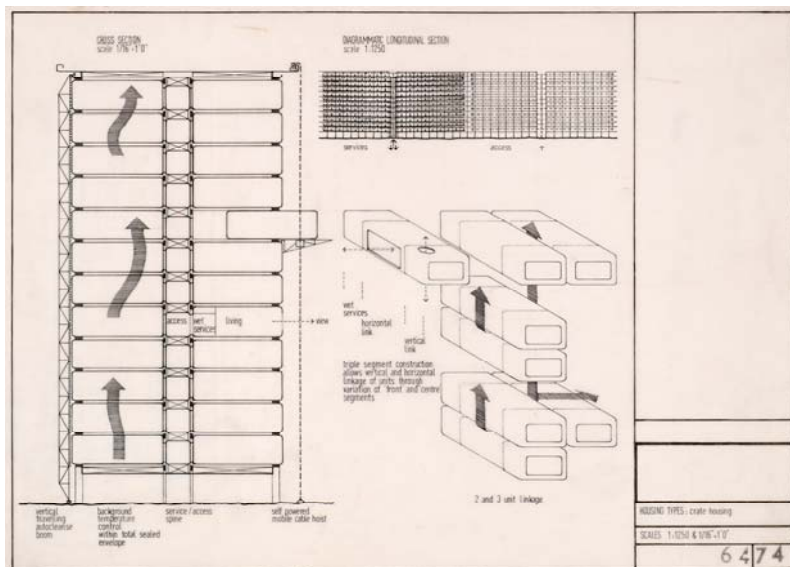
Cedric Price. Fotomontaje de un asentamiento “Pottery Thinkbelt”.



Cedric Price. Axonometría de la “Sprawl Housing”, donde se muestra la construcción de las unidades básicas con los distintos tipos de paneles y la estructura de sustentación.

Entre las unidades de alojamiento diseñadas, se encuentra la Sprawl Housing (la casa extendida), que es una plataforma finita constituida por una estructura metálica reticular sobre unos pilares telescópicos que se ajustan al desnivel del terreno. Dicha retícula es la plataforma de sustentación de diferentes módulos básicos estructurales y prefabricados que conforman la vivienda (cocina, cuartos de baño y estancias) a los que solo hay que añadirles las carpinterías y algunos paneles de terminación.

Otro de los modelos proyectados más interesantes es la Crate Housing, que se compone de módulos de cápsulas totalmente prefabricadas para insertar en una torre, como en “la botella y el botellero” de Le Corbusier; cada unidad se compone de tres módulos: “wet services” (cocina y cuarto de baño), “horizontal link” (permite la circulación horizontal hacia otra unidad) y “vertical link” (que permite la circulación vertical hacia otra unidad). Se trata de un sistema plug-in que permite que la residencia pueda desarrollarse en una o varias unidades.



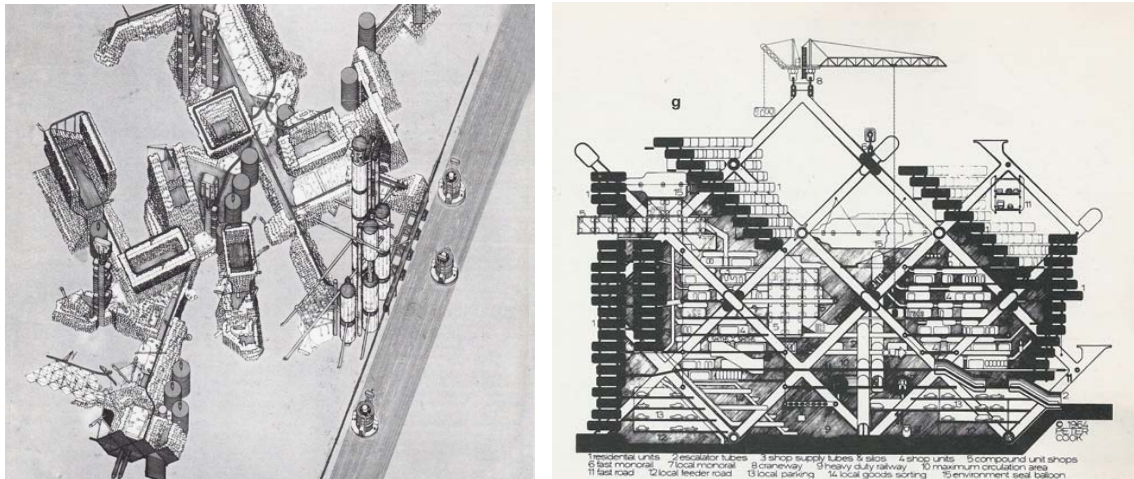
Cedric Price. Sección y Axonometría de la “Crate Housing”, donde se muestran los distintos tipos de uniones tanto verticales como horizontales.

Archigram

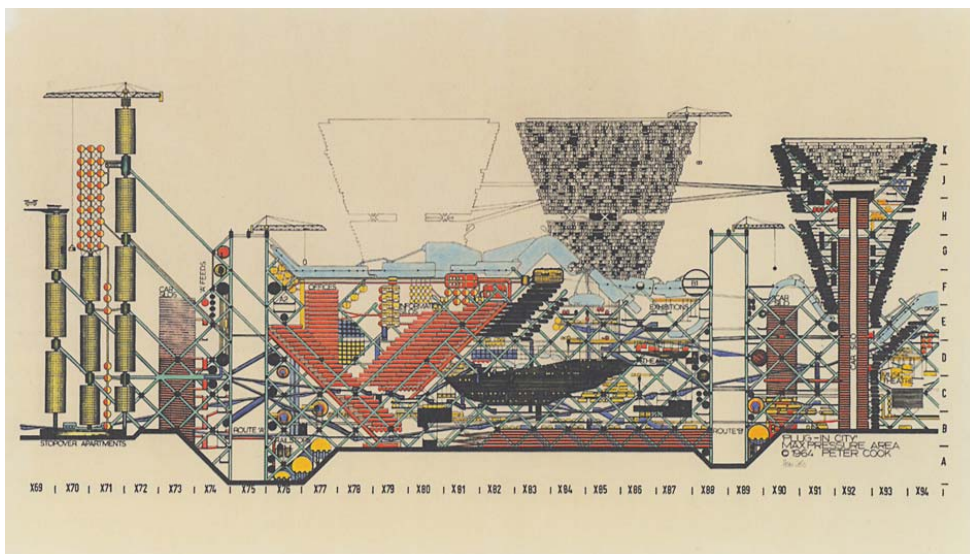
En 1961, fue creado en Londres por Peter Cook el grupo Archigram, comprometido con los sistemas plug-in y de apilamiento, influidos por Buckminster Fuller, Cedric Price, Yona Friedman y las casas móviles y prefabricadas. Su proyecto más importante será el plug-in City del año 1964.

El proyecto teórico descrito por su autor Peter Cook es el siguiente: *“Plug-in city se puede ajustar a cualquier tipo de terreno, bien si ya se ha construido sobre él o no, se levanta una red estructural de gran escala que contiene toda las infraestructuras básica y viales. Todo está planificado para cuando cada parte de la red quede obsoleta. Las células son revisadas y*

cambiadas mediante un tren de grúa que se sitúa en lo alto de la estructura principal. Existen otras grúas telescópicas de menor envergadura en niveles inferiores. El interior de la red contiene los elementos adecuados por si aumentan las actividades de ocio. Todas las infraestructuras e instalaciones son extensibles. La ciudad entera es extensible. Al principio, ésta se ubicará tangencialmente a las ciudades existentes, pero tarde o temprano las sustituirá. Después de cuarenta años aproximadamente, la ciudad se volverá anticuada y será reemplazada”.

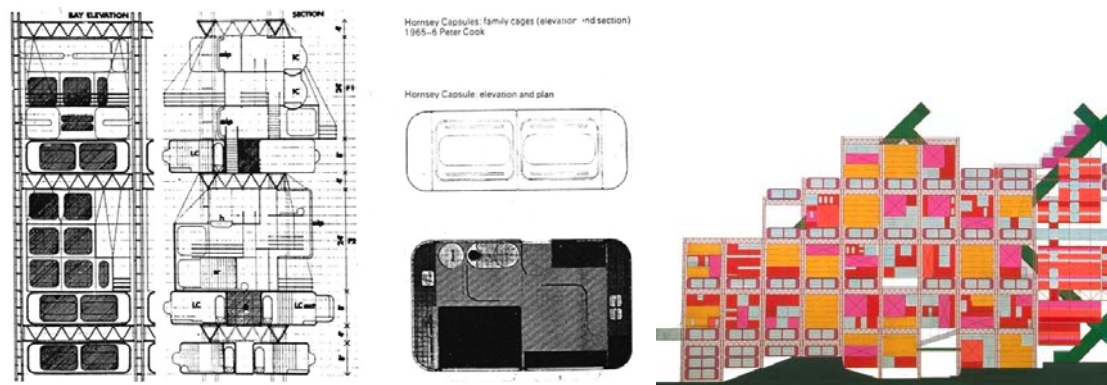


Peter Cook. Axonometría y sección del proyecto “Plug in city”, 1964.



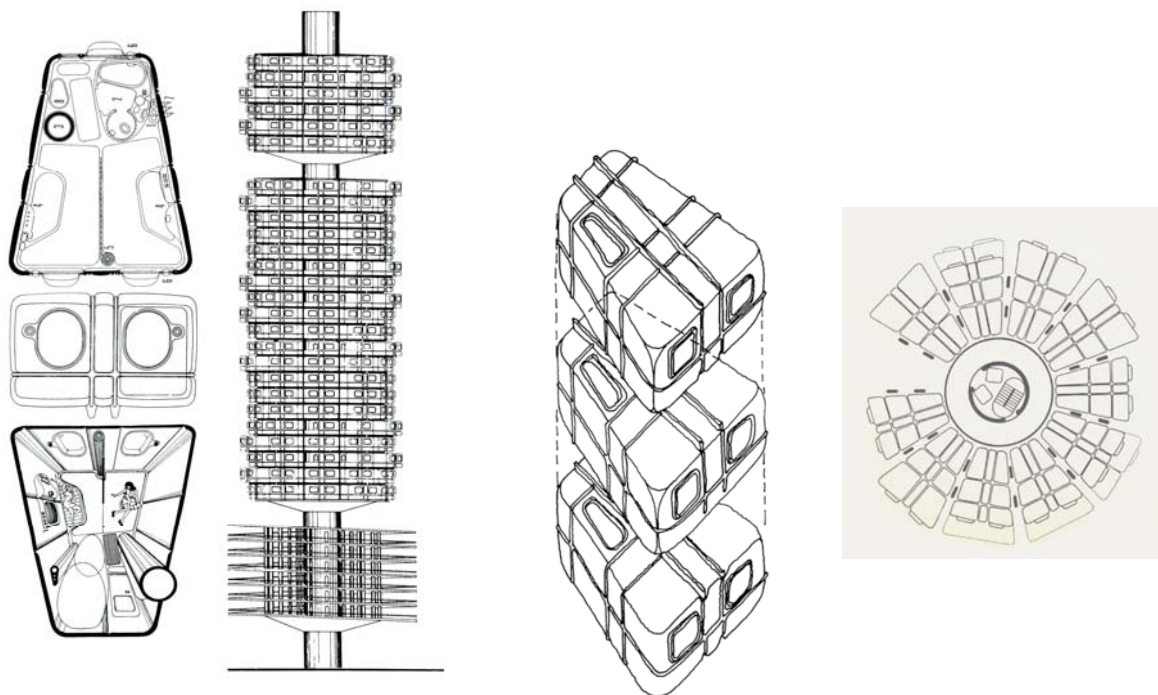
Peter Cook. Sección del proyecto “Plug in city”, 1964.

El siguiente paso era aproximarse a la escala del modelo teórico con proyectos concretos. Así en un acercamiento a la ciudad de Londres surgen las Hornsey Capsules (1965-66), en el que el diseño de la estructura con su cápsula está formada por unos pilares metálicos y cerchas metálicas que albergan las distintas tipologías de células residenciales desde las individuales hasta las familiares.



Izquierda: Archigram. Peter Cook. Alzado, sección del edificio "Hornsey Capsules", alzado y planta de una cápsula, 1965-66.
Derecha: Peter Cook. Proyecto Hornsey Housing Study. Agrupación de cápsulas, 1966.

Otro proyecto interesante por el nivel de sus detalles y con una escala más cercana fue el Capsule Unit Tower de Warren Chalk, publicado en la revista Archigram 5 a finales de 1964. Éste consta de un fuste central, que alberga ascensores, escaleras e instalaciones que sirven a distintos tipos de alojamientos que se disponen en planta circular. Las viviendas de planta trapezoidal con las esquinas redondeadas, debido a la disposición radial, son susceptibles de ampliarse con la cápsula que está justamente encima. El diseño de la cápsula obedece a conceptos "tayloristas" (1), pues su reducido espacio de formas redondeadas y ergonómicas estaba concebido como un coche. Además todos sus elementos constructivos estaban pensadas para que fuesen fácilmente desmontables mediante mecanismos clipados. Incluso los cuartos de baño son cabinas prefabricadas cambiables y los tabiques se desplazan para conformar espacios diferentes.

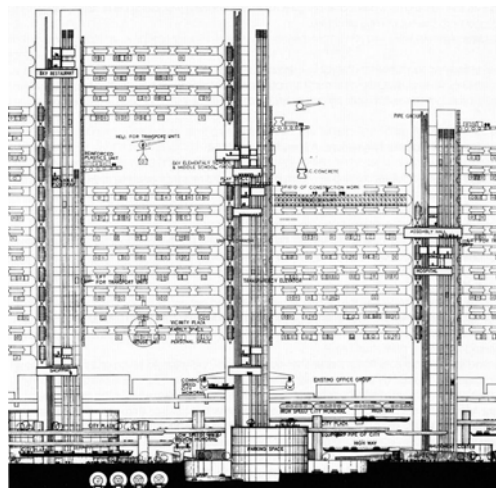
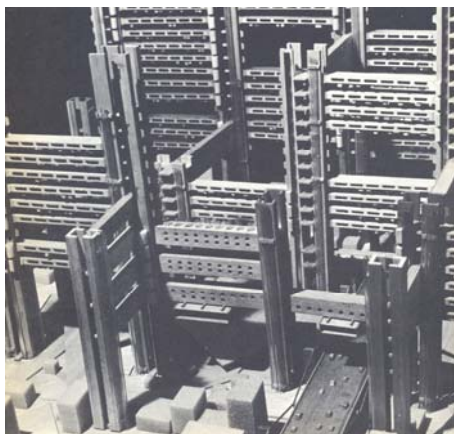


Warren Chalk. Capsule Unit Tower, 1963.

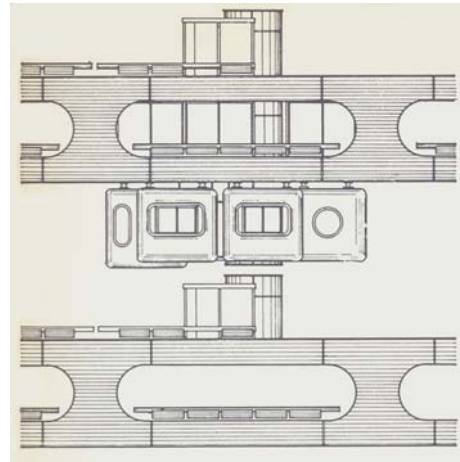
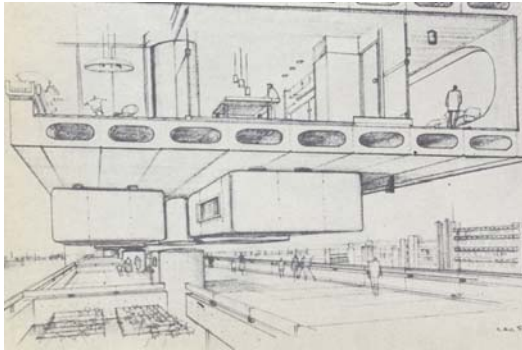
(1)El término Taylorismo hace referencia a la organización científica del trabajo propugnado por el ingeniero y empresario americano Frederick W. Taylor (1856-1914). Según este sistema el tiempo dedicado por cada operario a la fabricación de cualquier pieza no venía determinado por criterios personales, sino por las reglas de competencia en el mercado. Supuso el cambio definitivo de las estructuras productivas artesanales a las industriales, optimizando los tiempos, eliminando desplazamientos innecesarios y mejorando la productividad. La consecuencia inmediata fue la reducción de costes y de precios, pero también de salarios.

Posteriormente el impacto de Archigram y las megaestructura tuvo impacto en Japón, donde se organizó el concurso llamado “The Shinkenchiku Residencial Design Competition”, a través de la revista Shinkenchiku (hoy A+U), con Kenzo Tange como presidente del jurado. Resultó ganadora la propuesta del equipo liderado por Akira Shibuya. Tange destacaba de esta propuesta lo siguiente: *“Uno de los aspectos más interesantes de esta plan reside en la consideración de distintos niveles de elementos de mayor o menor permanencia de los que se componen los edificios-puente y de los elementos que pueden añadirse a futuras ampliaciones de la vivienda. Otro aspecto de igual interés es la existencia de espacios intercomunicados en ciertos niveles en los que la gente pueda pasear. Yo creo que esta concepto tan claro si se desarrolla un poco más podría encontrar el significado de nuevas vidas ideas para viviendas urbanas...”*

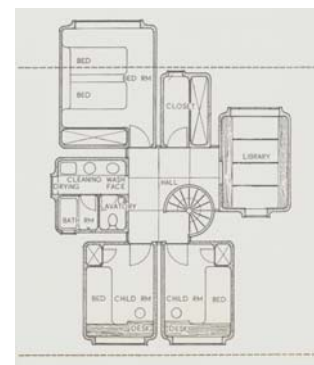
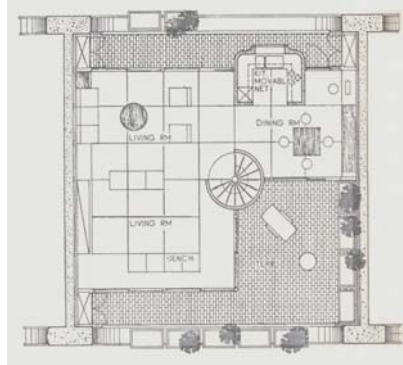
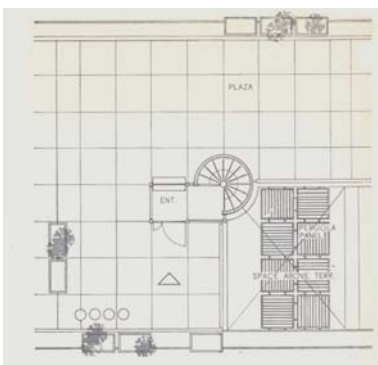
Lo más interesante de esta propuesta es el desarrollo de las unidades residenciales; cada estructura puente tiene la altura de una planta, donde se ubican seis unidades de viviendas alineadas y pareadas simétricamente, con unas superficies que van desde los 200 a los 300m². El acceso se realiza por la cubierta del puente, denominado “plaza”, al ser un espacio diáfano por el que se puede pasear. Mediante unas escaleras de caracol se baja al interior de cada vivienda, justamente donde se desarrollan todos los espacios de estar (salón, comedor y cocina) y que ocupan con cerramientos prefabricados parte de una gran terraza denominada “artificial land”. Debajo de esta planta se conectan, si así lo desea el propietario, distintos módulos prefabricados en poliéster, que coinciden con los espacios más privados de la vivienda, tales como dormitorios, cuartos de baño, armarios y biblioteca.



Akira Shibuya. Maqueta “The Shinkenchiku Residencial Design Competition”, 1966.

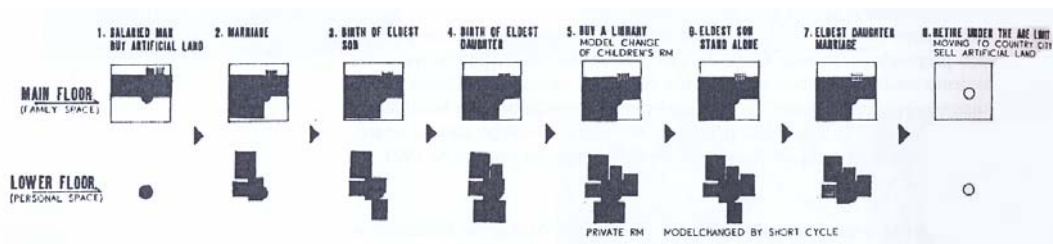


Akira Shibuya. Sección perspectivada de la unidad de vivienda en varias alturas. Alzado



Akira Shibuya. Planta de acceso, planta principal y planta baja de la unidad de vivienda en varias alturas.

El desarrollo tipológico de la unidad de vivienda se realiza con la disposición de módulos habitables que se corresponden con las diferentes situaciones de una vivienda en el tiempo (1): 1. Un hombre con una nómina compra una casa. 2. Se casa. 3. Nacimiento del primer hijo. 4. Nacimiento del segundo hijo. 5. Compra una biblioteca. 6. El hijo mayor se va de casa. 7. El segundo hijo se casa. 8. Se jubilan y venden la "artificial land". Este modelo rechaza una única cápsula o célula como vivienda. De este modo los módulos habitables prefabricados se corresponden con distintas estancias de la casa donde cada familia puede completar su hogar a su gusto dentro de un programa arquitectónico establecido con multitud de variantes, pudiendo añadir o suprimir estancias a los largo de su existencia.



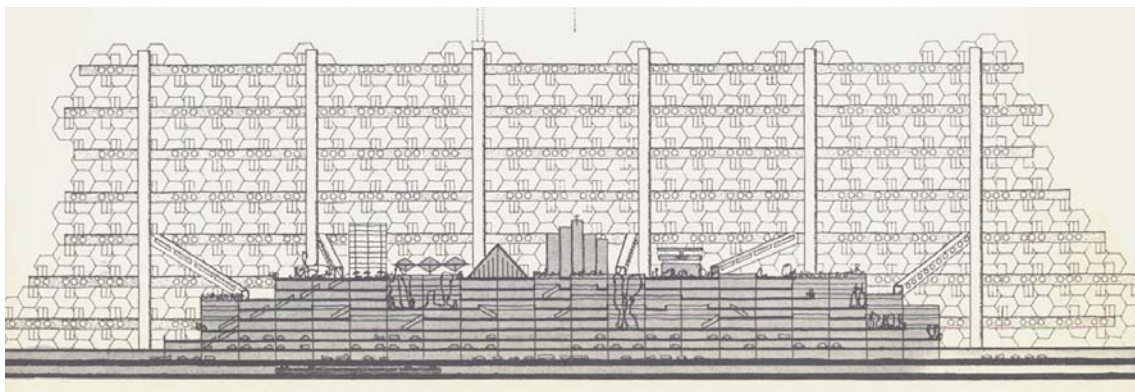
Akira Shibuya. Esquema de crecimiento sobre las variaciones y crecimiento de los distintos módulos de acuerdo con el programa de cada familia.

Esta forma de colonizar el espacio con diferentes módulos prefabricados de poliéster que responden a diferentes situaciones de *emergencia* dentro del ciclo de vida de una pareja es una de las formas de *flexibilidad* estudiadas en un capítulo posterior de esta tesis.

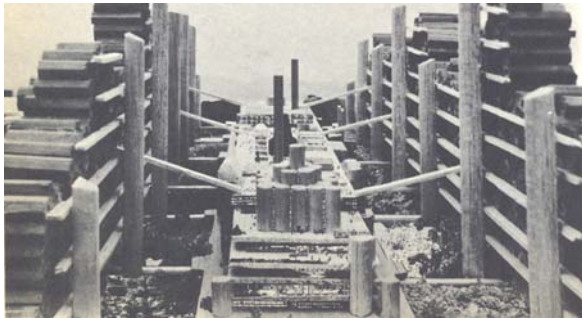
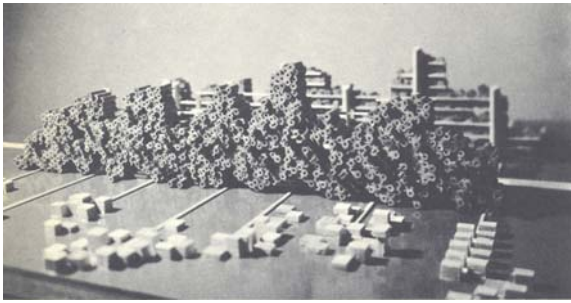
Justus Dahinden: estructuras urbanas para el futuro

En el año 1971 con la publicación del libro “Estructuras urbanas para el futuro”, del arquitecto suizo Justus Dahinden tenemos constancia de algunas megaestructuras clasificadas de la siguiente manera: aglomerados celulares, clip-on o plug-in, estructuras puente, containers, estructuras marinas, la diagonal en el espacio, y bioestructuras. Dentro de cada tema vamos encontrando distintos modelos de sistemas de cápsulas prefabricadas que le servirán para desarrollar su propia megaestructura denominada “Radio City”.

Un proyecto interesante explicado en el libro es el denominado “Hexagonale Wohnzellen” de los austriacos Herbert Prader, Franz Fehring y Erich Ott, que desarrollaron su visión de la vivienda social bajo un sistema de apilamiento de células hexagonales en Austria en 1969. Dahinden en su libro explica así la propuesta: *“La característica más notable de este diseño es el tratamiento cuidadoso y detallado de las células residenciales. Aunque éstas se distribuyen en un gran número de plantas, el equipo ha decidido prescindir de cualquier estructura de sustentación. Si se utilizan secciones soldadas de acero laminado de 2,5m las células son lo bastante fuertes para apilarlas en una formación tipo colmena de diez a catorce plantas. Los espacios vacíos, que pueden ser equivalentes a varias células, se rellenan con “paisajes residenciales” prefabricados con materiales sintéticos y ligeros, y en ellos se colocan suelos, galerías, tabiques, etc. (...). El acceso a las estructuras celulares se realiza por medio de torres autoestables y pasajes enlazados con éstas. Cada pasaje sirve a tres plantas”*.



El proyecto pretende con la forma hexagonal de cada cápsula mejorar el reparto de cargas respecto de la utilización de módulos prismáticos, para así poder conseguir un mejor apilamiento sin estructuras intermedias.



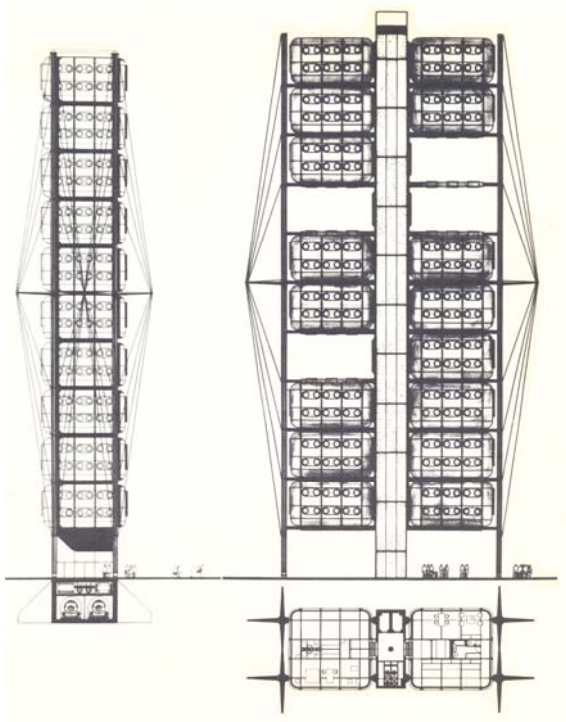
Herbert Prader, Franz Fehrer y Erich Ott. "Hexagonale Wohnzellen", 1969.

Este proyecto de células apilables guarda cierta relación con los proyectos iniciales previos de Hábitat 67 (que se explicarán más adelante), incluso en el tratamiento de los espacios intermedios. Por otra parte, esta forma de composición hexagonal responde a las teorías de mallas, redes y ritmos espaciales de Rafael Leoz (concretamente la red del cartabón) que estudiaremos en un capítulo concreto.

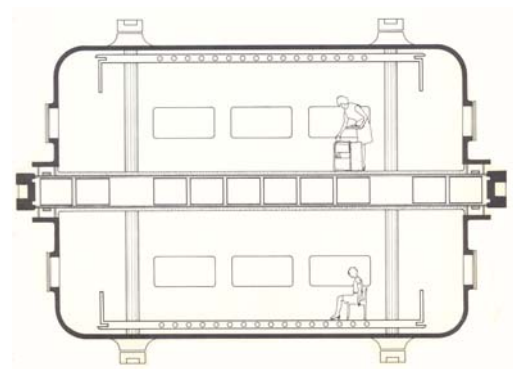
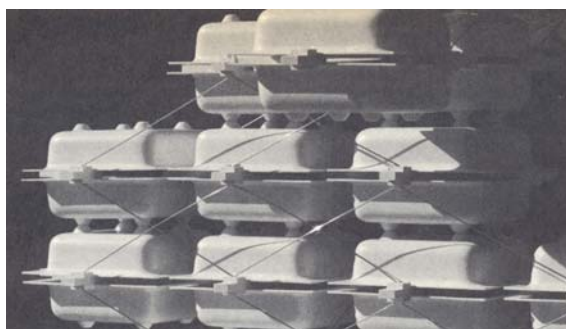
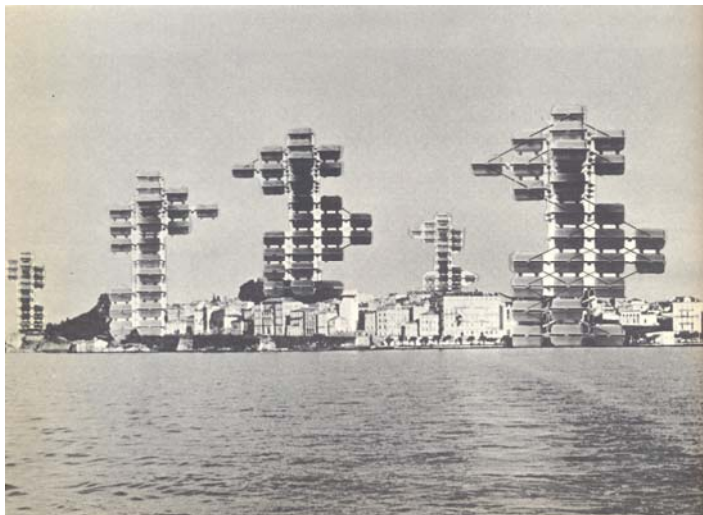
Siguiendo con proyectos apilables explicados en el libro, tenemos la "Stapelhaus" (casa de unidades apiladas). El arquitecto alemán Wolfgang Döring, hacia 1964 se convirtió en un gran defensor de las estructuras prefabricadas. Así surgió el proyecto de la "Stapelhaus", basado en una torre residencial donde el sistema plug-in se combina con el sistema apilable y consigue que la estructura de sustentación sea totalmente independiente del relleno. Los pilares y vigas de acero reforzados con tirantes albergan, en torno a un núcleo central, una serie de cápsulas metálicas normalizadas y prefabricadas e intercambiables. Estas células se apilan verticalmente (método Dúplex) a ambos lados del núcleo central, donde van los servicios y el sistema de saneamiento.

Al año siguiente y siguiendo con sus investigaciones proyecta un sistema denominado: "Sistema de elementos espaciales realizados con elementos ligeros". Las células dúplex se componen de una estructura de acero y por caparzones dobles de resinas de poliéster. Dichos módulos se pueden apilar hasta doce plantas y se sujetan unos contra otros mediante unos tirantes exteriores que además soportan los esfuerzos laterales. El sistema permite que las cápsulas superiores se puedan proyectar fuera de la base de sustentación.

Döring se interesó por estructuras de células que funcionaran como un Lego, pudiéndose ampliar o contraer en virtud del espacio que se quiera disponer.



Wolfgang Döring. Stachelhaus. Casa de unidades apiladas, 1964.



Wolfgang Döring. Stachelhaus. Sistema de elementos espaciales variables realizados con materiales ligeros, 1965.

Justus Dahinden: Radio City (Ciudad Radial) 1970

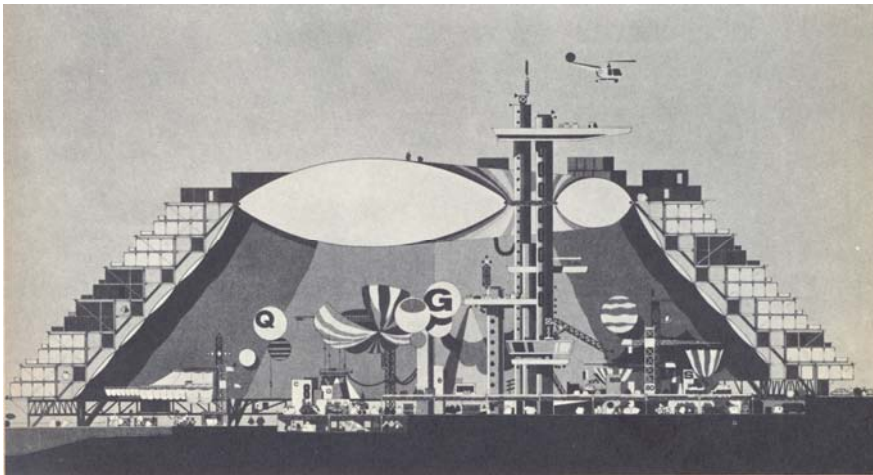
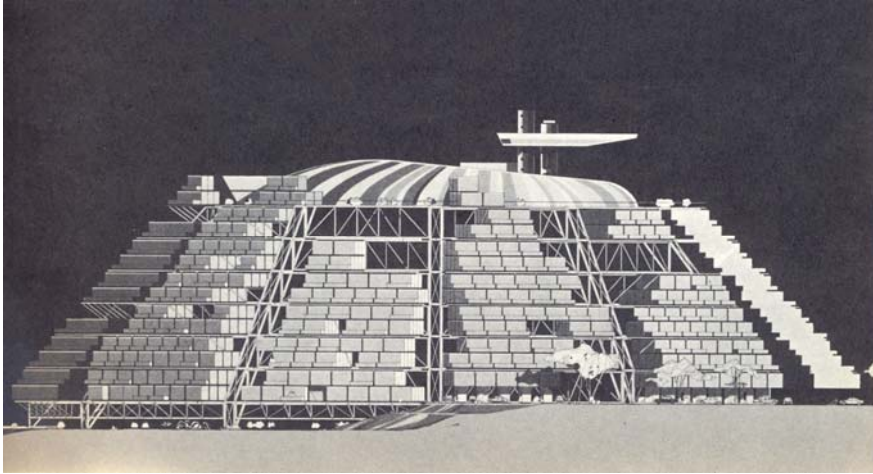
La descripción que Dahinden hace sobre la ciudad del futuro es la siguiente: *"Radio City es un sistema urbano integrado. Se han introducido unidades urbanas muy concentradas con objeto de organizar las estructuras urbanas de forma que pongan de manifiesto la polaridad entre la esfera pública y privada, rasgo característico de la vida actual. Aunque las áreas urbanas conexas se disponen unas sobre otras, no existe ninguna estructura vertical inhumana y se han eliminado las fuentes de posibles molestias. Un jardín urbano escalonado se sitúa en el exterior de la cúpula, cuya forma geométrica corresponde a un paraboloide de revolución. Las distintas áreas que constituyen la ciudad y miran a campo abierto son casi todas residenciales. El interior de la estructura en colina constituye la esfera pública y alberga todas las instalaciones comunitarias (...). La cúpula de Radio City está construida de tal modo que las unidades individuales de la esfera pública pueden crecer hacia dentro y las de la esfera privada hacia arriba. Este proceso orgánico puede continuar hasta que las unidades alcancen su tamaño máximo, que está prefijado. A partir de este momento, los cambios de la estructura se limitan a la regeneración metabólica. Sin embargo, es posible también ampliar todo el organismo urbano añadiendo nuevas estructuras en colina, susceptibles de alinearse en cualquier dirección dada". (...)*

La cúpula de una estructura en colina se compone de un sistema estructural primario de nervios pretensados, en los que van los servicios y los sistemas de eliminación, y un sistema secundario de anillos horizontales de sujeción y tracción, que sirven además como rutas de acceso. El relleno es flexible: células espaciales prefabricadas que se incorporan a la cúpula sustentadora cuando es necesario. Una membrana de material sintético extendida sobre el interior de la cúpula protege toda el área urbana de las inclemencias climáticas; esta membrana sirve también de pantalla para la proyección de efectos luminosos especiales. (...)

Además de que sería relativamente fácil crear un microclima uniforme en el espacio público, ya que la estructura residencial de la cara exterior de la cúpula formaría un cinturón de temperatura constante". (1)

(1) Dahinden J.: *Estructuras urbanas para el futuro*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 1972.





Justus Dahinden. Radio City (Ciudad Radial), alzado y sección, 1970

Las posibilidades de dicha megaestructura hoy pueden verse reflejadas en el centro comercial “Vulcano Buono” 2007 de Renzo Piano en la falda del monte Vesubio, donde las cápsulas residenciales de la propuesta de Dahinden se han sustituido por una capa de terreno vegetal, o en el complejo residencial “Mountain Dwellings” 2008 de BIG en Copenhague, donde se crea un microclima urbano y público en el interior de la envolvente de unidades residenciales.



Izquierda: Renzo Piano, Vulcano Buono, 2007.



Derecha: Big, Mountain Dwellings, 2008.

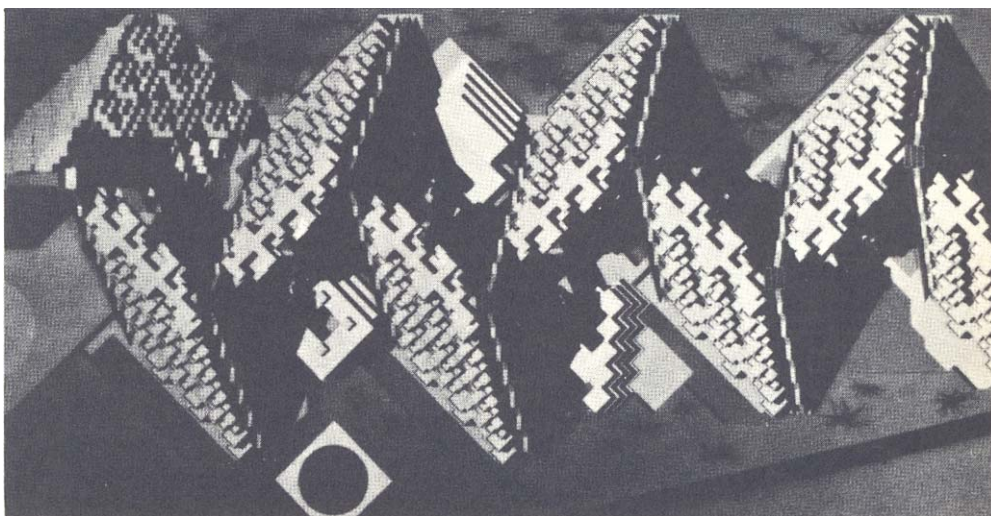
Habitat 67

A partir de 1967, algunos arquitectos como el grupo Archigram, que defendían la megaestructura, ante el escaso futuro que vislumbraban, empezaron a rechazarla y a realizar propuestas con sistemas modulares prefabricados de menor escala para poder conseguir unas estrategias proyectuales de mayor precisión en cuanto a flexibilidad y movilidad.

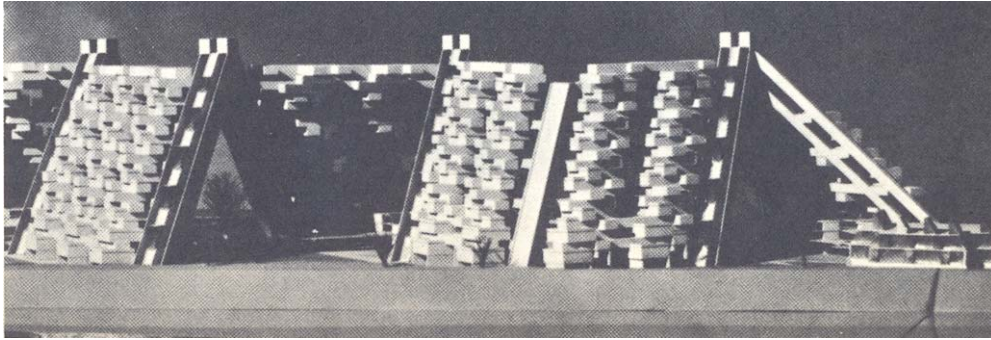
También en 1967, el arquitecto Moshe Safdie construye el primer complejo residencial a gran escala con un sistema de apilamiento de módulos habitables, denominado Habitat'67 para la Exposición Universal de Montreal de 1967. Esta obra nos permite tener una visión real de las posibilidades tecnológicas de la época y de la rentabilidad de la operación enfocada a conseguir viviendas económicas.

La propuesta original, concebida como un sector de la ciudad en el que la vivienda, el comercio y los equipamientos institucionales estuvieran integrados en un único complejo, se componía de un sistema de viviendas que se posicionaban en planos romboédricos de 22 plantas y un pasaje peatonal cada cuatro plantas. Dichos planos inclinados son el resultado de haber colocado unas enormes estructuras con forma de V invertida y que se van contrapeando una respecto de otra y que a modo de cubierta inclinada albergan en su interior aparcamientos, viales de circulación, tiendas, escuelas y oficinas.

La complejidad de Habitat'67 radica en que cada vivienda o habitación de hotel tenga su propio espacio libre. Para ello y con el fin de satisfacer todas las agrupaciones familiares, Safdie desarrollo 22 tipos de unidades compuestas por uno, dos o tres módulos de tamaño idéntico y prefabricadas totalmente en hormigón.



Moshe Safdie. Maqueta de la propuesta original de Habitat 67, 1964.



Moshe Safdie. Maqueta de la propuesta original de Habitat 67, 1964. Estructuras con forma de V invertida.

Posteriormente, el gobierno decidió construir sólo una parte de la propuesta, 158 viviendas con una altura máxima de 12 plantas, por lo que Safdie tuvo que rediseñarlo. El nuevo proyecto iba a perder la magnífica estructura portante en forma de V invertida en favor de una trama estructural lineal en zig-zag de grandes luces y de menor valor estético que la primera. La estructura es la encargada de sostener los pasajes que dan acceso a tres niveles de viviendas (debajo del pasaje, a nivel del pasaje y encima del pasaje) y de albergar los núcleos de comunicaciones verticales que comprenden las escaleras y ascensores.

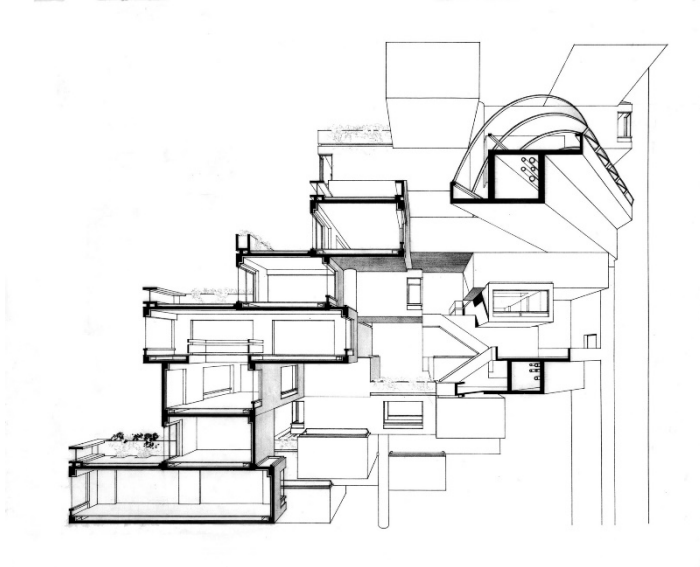


Moshe Safdie. Vista de Habitat 67.

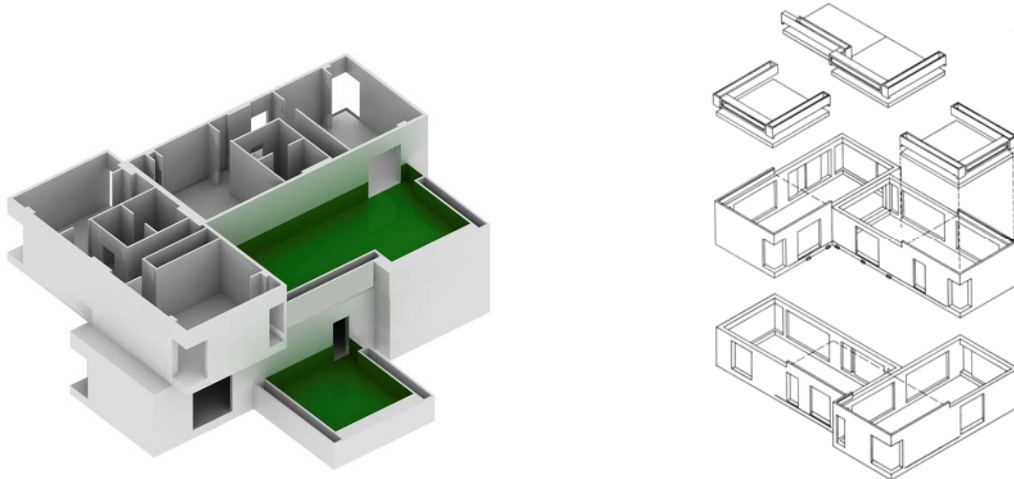
Las 158 viviendas aterrazadas están construidas con 354 módulos prefabricados en hormigón, habiéndose utilizado un único módulo de 17,5 pies (5,30m) x 38,5 pies (11,70m) x 10,5 pies (3,20m) de alto y con un peso que oscila entre las 70 y 90 T dependiendo del contenido en su interior. Dicho módulos conforman viviendas que van desde los 600 pies cuadrados (56m²) con un dormitorio hasta un máximo de 1.800 pies cuadrados (167m²) con cuatro dormitorios.

Todas las partes del edificio participan de manera estructural en la transmisión de cargas, incluidos los núcleos de comunicaciones verticales y los pasajes. Las unidades están

conectadas unas con otras con sistemas post-tensados, habiendo usado barras y cables para grandes esfuerzos, soldados entre sí, para que trabajen como una estructura continua.



Moshe Safdie. Sección perspectivada de Habitat 67. Terrazas, módulos y pasajes horizontales.



Moshe Safdie. Axonometría de módulos apilables de Habitat 67 con terrazas.



Moshe Safdie. Vista de Habitat 67.

Todas las viviendas están climatizadas desde un sistema central que se distribuye a través de los huecos de las vigas de gran canto de los pasajes, en los que también se incorpora

la fontanería. En las unidades, las instalaciones corren por debajo del suelo de madera hasta los núcleos húmedos. Las cocinas son paquetes prefabricados, mientras que los cuartos de baño son módulos monocascos completamente realizados en fibra de vidrio. Safdie declaró que este edificio no podía haberse construido con métodos convencionales o incluso con un sistema de paneles prefabricados, pues los sistemas de paneles son mucho más restrictivos a la hora de transmitir las cargas, a la hora de conectarlos y elaborar sus juntas. Por lo que el método de células espaciales, además de generar el ambiente que él pretendía, es la manera de obtener un mayor grado de industrialización; las células espaciales hacen posible que el 80 por ciento del trabajo en obra de un edificio residencial se produzca en fábrica.

Habitat pretendía en un principio ser una solución que conciliase definitivamente el módulo habitable con la vivienda social, sin embargo no pasó de ser un prototipo de módulos habitables apilados debido al coste de la inversión total 13,5 millones de dólares en 1967.



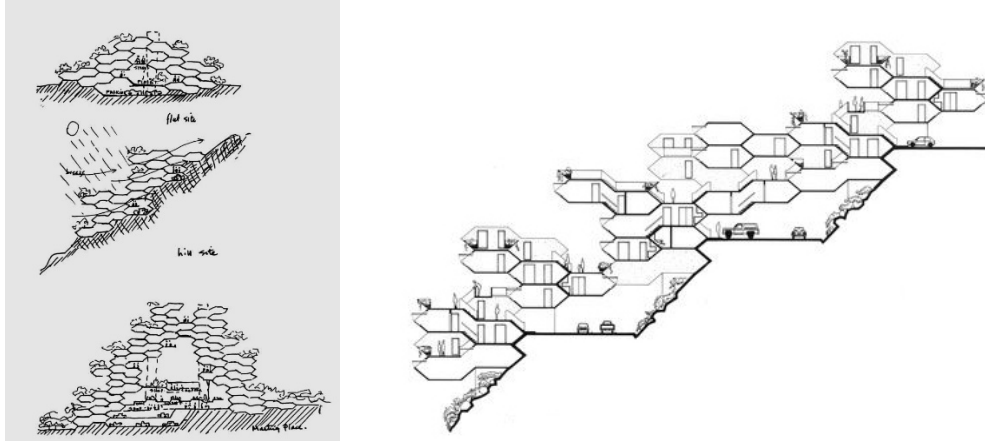
Moshe Safdie. Maqueta de Habitat de Puerto Rico, 1968.



Moshe Safdie. Sección de Habitat de Puerto Rico, 1968. Los módulos miden 3,96m de ancho y pesan 22 T. Se pueden transportar por carretera.

En el año siguiente proyectó el Habitat para Puerto Rico (236 viviendas para familias de ingresos moderados). En él las células residenciales tienen una sección longitudinal en

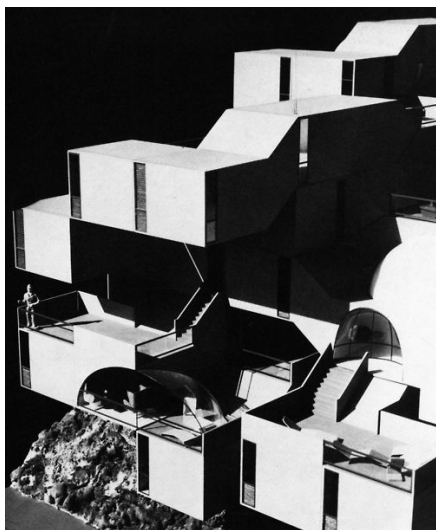
forma de hexágono achatado. Miden 3,96m y pesan 22 T, por lo que se pueden transportar por carretera. La alineación irregular en pendiente de este Habitat da lugar a una composición especial muy atractiva. Las críticas económicas hacia Habitat y estos otros proyectos posteriores, Safdie los solucionaba argumentando que la disposición aterrazada de sus composiciones hacía que cada vivienda pudiera disfrutar de su propio jardín.



Moshe Safdie. Sección de Habitat de Puerto Rico, 1968.

Así en la posterior versión del Habitat de Jerusalem de 1970, Safdie se plantea cómo quiere vivir la gente: *“La cashba se corresponde con el deseo de identidad de la gente, y un concepto de escala de comunidad y su lugar dentro de ésta. Por lo que la identidad de las unidades que forman la comunidad y el lugar de identidad de cada personas son importantes”* (1). A dichas terrazas de la cashba mediterránea le añade espacios semipúblicos de relación.

(1) Safdie M. For every one a garden, edited by Judith Wolin, The Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts and Lodon, 1974.



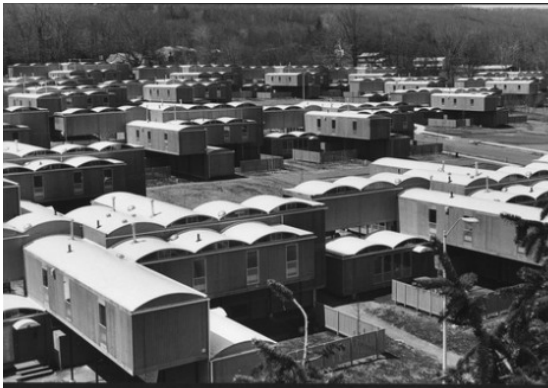
Moshe Safdie. Maqueta de Habitat de Jerusalén, 1969-70.

6. ESTRUCTURAS APILABLES DE BAJA DENSIDAD

Oriental Masonic Gardens

Fueron construidas por el arquitecto Paul Rudolph en 1968 en New Haven, Connecticut, USA. Son módulos móviles apilables de madera.

El proyecto se compone de 148 unidades de vivienda ocupando una extensión aproximada de 12,5 hectáreas. En cada casa, el módulo inferior contiene los espacios de vida, el salón y la cocina, y en un segundo módulo por encima contiene dos o tres dormitorios, aunque en ocasiones se añadía un módulo más, paralelo al primero para albergar los dormitorios adicionales. El apilamiento de estos módulos girados en muchos casos, crea una serie de espacios cubiertos al aire libre con accesos particulares, características poco comunes en proyectos de viviendas contemporáneas y económicas. Esos giros de las piezas, en la cubierta se traducían en una imagen general del proyecto como si de un pueblo se tratase con tejados abovedados en dos direcciones, pero de una escala muy controlada. Las viviendas estaban construidas totalmente de madera, con una anchura de unos 12 metros y una longitud que oscilaban entre los 36 y 60 pies. Entre ellas, las unidades apilables se ensamblan con las instalaciones (fontanería, saneamiento, cables) y los acabados. Eran transportados en camión y colocados directamente en la obra. Debido a la modularidad y la movilidad de las unidades, el conjunto tenía el potencial de ser disuelto y reconstituido.



Paul Rudolph. Oriental Masonic Gardens en New Haven, Connecticut, 1968.

En la historia de la prefabricación este proyecto tienen una importancia notoria debido al momento en el que se produjo. En esta época en Estados Unidos, los principales arquitectos centraron su atención en la crisis de la vivienda, y en la búsqueda de soluciones innovadoras, atractivas y asequibles. La unidad móvil había sido despreciada por la mayoría de los arquitectos de renombre, y fue Paul Rudolph quien la recuperó como un elemento arquitectónico más, convirtiendo este proyecto en uno de los primeros

en emplear esta técnica. La innovación principal de este proyecto aparte de la técnica (por el empleo de unidades apilables de madera) radica en la innovación espacial la creación de espacios comunes y un espacio exterior para cada familia. Sin embargo, la vida de este proyecto no fue muy longeva, ya que en 1981 fue demolido entre otras cosas por la poca aceptación de los inquilinos. (1)

(1) ARCHITECTURE AND URBANISM, Paul Rudolph. A&U, 1977. *Paul Rudolph: 100 by Paul Rudolph/1946-74*

7. EJEMPLOS RECIENTES DE ESTRUCTURAS APILADAS

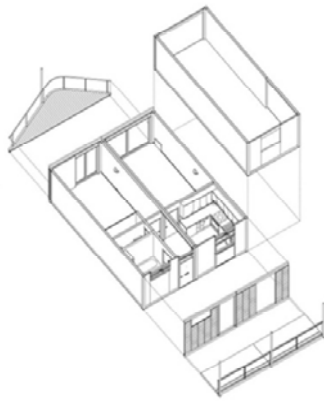
Murray Grove

Es un edificio de viviendas adjudicado por concurso a los arquitectos Cartwright & Pickard por la utilización de su innovador sistema constructivo, y fue construido en 1999 en Londres. Va dirigido a jóvenes trabajadores de servicios que no pueden pagar una hipoteca pero no entran dentro de la categoría de “vivienda social”.

El edificio de forma de L completa la esquina de un bloque de edificios heterogéneos, continuando la altura de los edificios adyacentes a lo largo de la calle a cada lado y conforma una zona de jardín semi-privado en el interior. La tipología es de apartamentos con acceso por galería a través de una torre circular de circulación en la esquina. Las viviendas constan de dos módulos que contienen salón, cocina, aseo, un dormitorio y terraza. También existen apartamentos de dos dormitorios pero son de tres módulos. Cada una de estas unidades tiene un tamaño de 8m de largo x 3,2m de ancho x 3m de alto, porque era el volumen más grande que podía ser movido por un camión. Dormitorios y salas de estar son exactamente del mismo tamaño y cada uno tiene una cocina o un baño en el extremo.

La construcción es apilable hasta una altura de cinco plantas, sin necesidad de estructura auxiliar. Se utilizó una tecnología de construcción similar a la de los coches con módulos de chapa de acero, realizados en taller y que recuerda a los contenedores de barcos. El tiempo mínimo de montajes fue de seis meses. Los paneles de fachada son de terracota y cuelgan de una estructura de metal ligero en el exterior de los módulos prefabricados. Se trata de un sistema en seco que fue fácilmente montado en el sitio utilizando las mismas galerías de acceso, por lo que pudo hacerse sin andamios.

Se trata de una edificación muy eficiente que tiene una gran envolvente térmica, lo que se traduce en una gran eficiencia energética y en un menor coste de mantenimiento, llegando a gastar una quinta parte de un edificio de viviendas de similares características en superficie. El precio de construcción fue de 1.300 euros/m² (total: 2.3 millones libras, para 2.150 m² construidos).

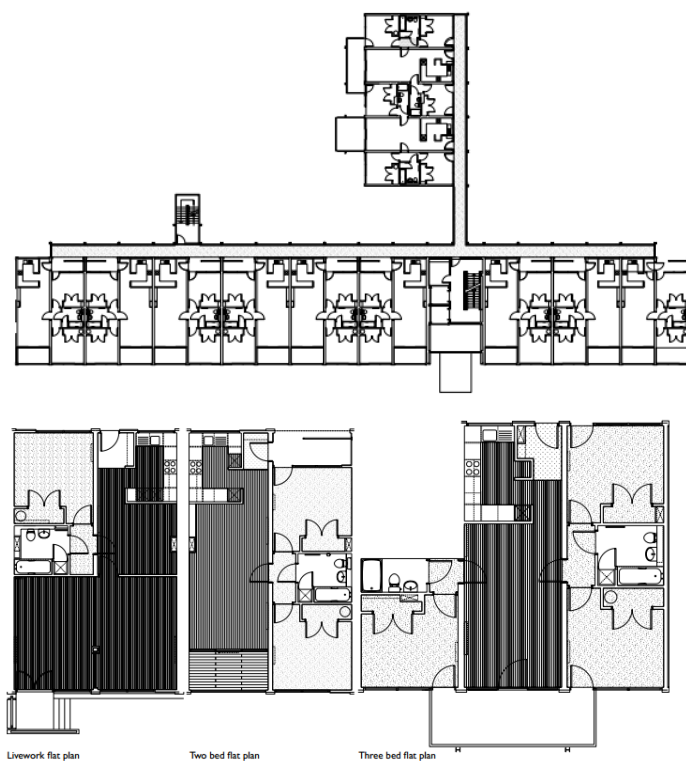


Raines Court

Es un edificio de viviendas, evolución del anterior en Murray Grove y está proyectado por el arquitecto Allford Hall Monaghan Morris en 2003 en Londres.

Tiene una altura de seis plantas. La tipología es de acceso por galería. Los apartamentos de un dormitorio con zona de trabajo constan de dos módulos, los de dos dormitorios también de dos módulos y los de tres dormitorios de dos módulos y medio.

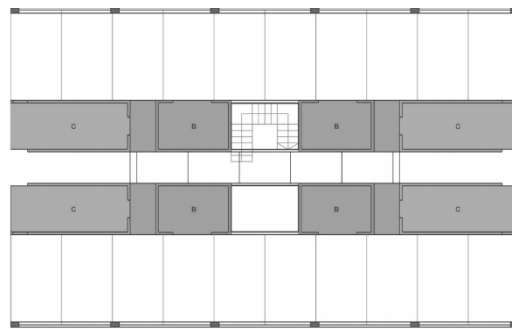
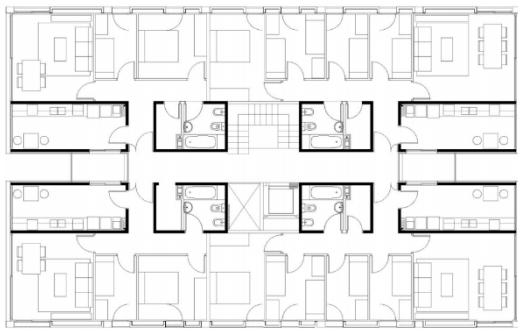




112 Viviendas Protegidas en el barrio 'El Polvorín' en Barcelona

Se trata de un conjunto de ocho bloques de viviendas promoción pública realizadas por los arquitectos Pich-Aguilera en 2004. Toda la construcción y su proyecto surgen de parámetros de la racionalización de los bloques de viviendas para poder sistematizar su estructura, sus cerramientos y sus interiores (tabiquería, piezas húmedas e instalaciones). La estructura de éstos se soluciona a partir de unos módulos tridimensionales, que incorporan las instalaciones y racionalizan todas las piezas húmedas de las viviendas (cocinas y baños). Estos módulos apilables componen todo el núcleo central de la edificación, el resto de la estructura es a base de componentes: pórticos de pilares, placas alveolares y cerramientos de fachada formados también por paneles de hormigón con diferentes colores y texturas.

Las plantas están diseñadas por cuatro bandas paralelas en las que las centrales contienen los módulos tridimensionales prefabricados y las bandas de fachada están libres de elementos estructurales, lo que permite la máxima libertad en la distribución. Con este sistema se incorpora una gran flexibilidad para cambios de distribución a futuras situaciones de emergencia en el desarrollo de la vida de las familias como veremos en el capítulo dedicado a flexibilidad.



Construcción prefabricada completamente en hormigón, con núcleos húmedos en módulos tridimensionales estructurales y resto por componentes (pilares, vigas, losas, cerramientos).

Spacebox, residencia de estudiantes

Residencia de estudiantes en Utrecht, Holanda. El proyecto "Spacebox" es un sistema de construcción diseñado en 2004 por el arquitecto Mart De Jong. Son módulos de vivienda capaces de constituir un edificio de vivienda colectiva apilándose tanto vertical como horizontalmente. Se diseñaron para resolver un problema de espacio entre los estudiantes holandeses de Utrecht, hasta conformar pequeñas residencias módulo a módulo. Se trata de una pequeña caja, de entre 18 m² y 22 m², hecho con materiales compuestos, de peso ligero y con especial atención a la sostenibilidad ecológica y al ahorro energético. Cumple con el mínimo de habitabilidad: dormitorio, cocina y baño. La entrada se sitúa en un extremo, con una cocina básica abierta a la izquierda y al lado un pequeño baño con puerta. A continuación está el espacio configurable por cada estudiante donde cabe una cama, una mesa de estudio y un armario. Al otro extremo se sitúa un ventanal con puerta, donde el marco de la caja se estrecha y adopta forma de mirador. La imagen

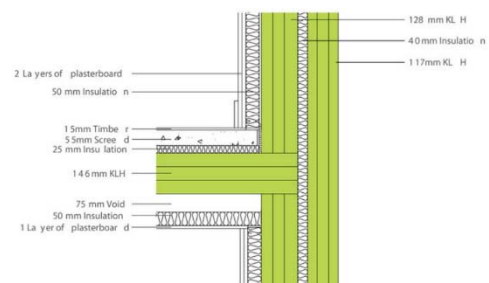
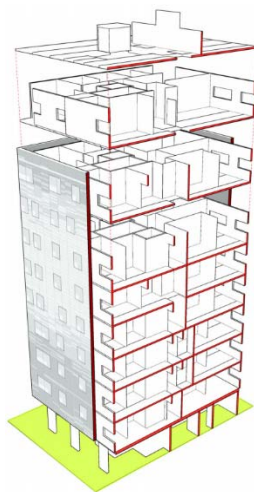
exterior es la de cajas apiladas en diferentes colores potenciadas por el abocinamiento del mirador.



Stadthaus

Situado en el número 24 de Murray Grove en Londres, proyectado por el estudio de arquitectura de Waugh Thistleton Architects en 2009 y con la colaboración del fabricante de paneles estructural de madera KLH es el edificio de viviendas realizado en madera más alto del mundo con nueve pisos.

Stadthaus es el primer edificio de vivienda de alta densidad construido con paneles prefabricados de madera laminada. Su construcción es completamente en madera, no solo los cerramientos, la estructura, y los forjados sino también los núcleos de escaleras y ascensores.



Waugh Thistleton está comprometido en reducir el impacto ambiental de la arquitectura: *“En el esfuerzo de construir edificios que reducen nuestro impacto en el planeta vemos como esencial, no solamente considerar el uso de energía necesaria en la vida del edificio, sino también la energía gastada en producirlo. Hace algunos años venimos investigando el uso de*

las estructuras de madera sólidas en vivienda para reemplazar el común uso del hormigón y el acero”.

Los paneles de madera, pueden además ser desmontados fácilmente y usados como fuente de energía al final de la vida útil del edificio. Así que los argumentos entregados al cliente y las autoridades locales para la utilización de la madera tenían tanto una consideración ambiental como económicas en relación al costo y el programa de construcción.

La planta del edificio es de 17m x 17m y está rodeado en todos sus lados por otros edificios residenciales. Una extrusión del terreno fijó la forma en planta del edificio y la altura fue fijada como máximo en nueve plantas para que las sombras arrojadas no fueran un problema más.

Las cinco plantas superiores son destinadas para la venta particular y las tres plantas más bajas para vivienda social, con acceso independiente. La mayoría de las viviendas sociales miran a la parte trasera del edificio, donde se sitúa el espacio de esparcimiento. El interior de las viviendas fue totalmente convencional, ocultando la naturaleza revolucionaria de su estructura.

El edificio fue montado con una estructura que utiliza el sistema de paneles de madera laminada. Los paneles de madera son producidos en Austria por KLH, utilizando tablas de Abeto pegadas con un adhesivo no toxico. Cada panel es prefabricado incluyendo los vanos para ventanas y puertas y con vías internas para el paso de instalaciones.

Cuando los paneles llegaban al lugar, eran inmediatamente colocados en posición y fijados en su sitio. Cuatro carpinteros montaron las ocho plantas de la estructura en veintisiete días.



Diseñar un edificio, donde las cargas estructurales son llevadas por paneles permite varias ventajas. Cualquier pared interna puede ser estructural y liberar a otros muros para agrandar las superficies de los locales o las aberturas. Esta flexibilidad permite plantas diferentes en pisos sucesivos y fachadas más animadas donde las ventanas son colocadas de acuerdo a las necesidades de distribución interna.



Los métodos y trabajos tradicionales siguieron una vez que la estructura de cada piso estuvo completada. El edificio se realizó en 49 semanas, y se calculó un ahorro estimado de cinco meses sobre una construcción de hormigón.

Normalmente existen prejuicios asociados a los edificios en madera en relación con su rendimiento acústico y resistencia al fuego. Los edificios de madera son clasificados pobres en relación con su rendimiento acústico debido a su estructura liviana comparado con el hormigón armado o los realizados con muros de carga de ladrillo. Sin embargo, los paneles de madera sólidos tienen una más alta densidad que los edificios de paneles de madera. Estos proveen un núcleo estructural sólido sobre el que se pueden añadir diferentes e independientes capas. Esta forma de realizar las partes del edificio, elimina cualquiera de las variables acústicas o transferencia de ruidos que puedan presentarse. En Stadthaus la estrategia de muros en capas, con pisos flotantes y cielorrasos suspendidos, superó por mucho las exigencias en atenuación de sonidos especificado en las reglas para edificios residenciales. (58 - 60db). En Europa no hay ningún precedente para Stadthaus. Sin embargo, los métodos arquitectónicos y de ingeniería en la construcción de madera proyectados por Waugh Thistleton son aceptados ahora internacionalmente.

Como crítica para los objetivos de flexibilidad que persigue esta tesis podemos decir que la flexibilidad que otorga el panel estructural solo se puede aplicar durante la fase de diseño y redacción del proyecto según los requerimientos del programa y de los clientes

en el momento de la compra, pero esta total vinculación de la tabiquería con la estructura no permite modificaciones posteriores para las situaciones de emergencia familiares (cambios en el entorno familiar) que surgirán durante la vida del edificio.

Compact Habit

Es una empresa española radicada en Barcelona de construcción industrializada desde 2009. Su sistema constructivo está formado por módulos apilables hormigón que llega hasta las ocho plantas de altura.

Como ejemplo construido está la Residencia Universitaria San Cugat del Vallés, proyectada por HARquitectes en 2011. También han realizado viviendas sociales.

En su catálogo podemos destacar lo siguiente: *“Es un método eficiente, sostenible y flexible, aplicable a la construcción de cualquier edificio proyectado a partir de unidades repetibles, de dimensiones variables, y hasta una altura de ocho plantas. Con el sistema eMii se da respuesta a edificios de viviendas plurifamiliares, hoteles, residencias sociosanitarias, residencias de estudiantes, oficinas, hospitales y otros complejos”.*

Este sistema es uno más de los ya habitualmente implantados en nuestro país que utilizan el elemento prefabricado de hormigón como unidad apilable. El uso del hormigón prefabricado para nuestras premisas de partida de construir viviendas flexibles, prefabricadas y ligeras no es válido debido a su gran peso y su rigidez espacial.



Modultec

Modultec es una empresa española de construcción industrializada. Ha diseñado un sistema constructivo de módulos apilables ligeros formados por un ensamblaje de diferentes productos para formar células completas. Estos módulos son auto portantes, se ensamblan tanto horizontal como verticalmente hasta conformar una estructura concebida como un mecano, con los interiores totalmente equipados y terminados, y que se transporta hasta el terreno sobre el que se edificará. Los módulos no son iguales, la distribución de los mismos se hace según las necesidades.

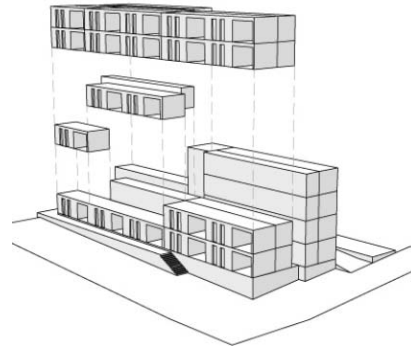
El proceso constructivo es el siguiente: las unidades prefabricadas están formadas a partir de elementos metálicos tubulares y perfiles lineales, recortados y ensamblados que conforman una unidad prismática. El ensamblaje posterior en obra de las unidades se hace por unión mecánica y con el sellado final de las juntas se conforma el edificio terminado.

Entre las ventajas que ofrecen en su propaganda cabe destacar las siguientes:

- Reducción de los plazos de ejecución de las obras.
- Mejores condiciones de trabajo, de seguridad y de rendimiento.
- Edificios ecológicos.
- Sostenibilidad y reciclaje.
- Deconstrucción y reubicación.
- Estabilidad y precisión de la estructuras de acero.
- Mejores rendimientos acústicos y térmicos.
- Alta calidad de materiales y acabados.

Como vemos las ventajas son las habituales de las de cualquier proceso de vivienda industrializada. Nuestros objetivos van encaminados a la construcción de viviendas flexibles, apilables y construidas totalmente en seco. Pensamos que no todo el espacio edificado (salones, cocinas, aseos y dormitorios) debe transportarse en módulos prefabricados de tres dimensiones sino solo los estrictamente necesarios para posteriormente ensamblar en obra elementos transportados en dos dimensiones con el consiguiente ahorro energético de "transportar elementos relativamente vacíos de contenidos tecnológicos".





Micro-apartamentos New York

Conocidos como “My Micro NYC”. Son micro apartamentos formados por módulos apilables con estructura de acero que alcanzan hasta las nueve plantas, además de la planta baja que actúa como podio de la edificación.

El proyecto es el resultado de un concurso patrocinado por “The New York City Department of Housing Preservation and Development” en 2013.

Para los defensores de la vivienda, la comunidad arquitectónica y los responsables de la política urbana, el edificio es un caja de ensayos para una mezcla de temas: el cambio demográfico de una ciudad y los nuevos estilos de vida con viviendas inadecuadas (según el NYU Furman Center, un tercio de los hogares de la ciudad están destinados a solteros); una cultura deseosa de crear una huella medioambiental mínima al tener los usuarios que deshacerse de sus pertenencias y tener que compartir recursos; y lo más importante para una ciudad como Nueva York, poder obtener viviendas asequibles.

El edificio está formado por elementos apilables totalmente acabados en taller para ser apilados posteriormente en obra. Su estructura interior es similar al balloon frame pero en acero. La gran virtud de este proyecto es sin duda que alcanza una gran altura, pero la crítica para nuestros objetivos es que por una parte no son viviendas flexibles, porque son módulos sin posibilidad de ampliación, y por otra parte al mantener la misma estructura desde la planta segunda hasta la novena existe un desperdicio de material por sobredimensionado de la sección estructural.





Conclusiones

De los ejemplos estudiados de elementos prefabricados apilables realizados recientemente podemos obtener las siguientes conclusiones:

- Existan ya muchas empresas que han desarrollado módulos habitables que son estructurales en sí mismos y tienen la capacidad de poder apilarse en altura.
- Las ventajas en cuanto a rapidez constructiva, eficiencia energética y calidad de los acabados de todos los ejemplos no está en cuestión.
- La mayoría de los módulos incorporan siempre un núcleo húmedo, sea aseo o cocina.
- La flexibilidad de distribución de estos módulos totalmente equipados en taller sí está justificada en el momento de realizar el proyecto, pero no tanto de cara a los futuros cambios emergentes que se producen a lo largo del ciclo de vida de una familia.
- Es importante tener en cuenta qué cantidad de “aire” se transporta por carretera. Desde este punto de vista puede parecer razonable no transportar habitaciones o salas de estar, donde la cantidad de aire transportado, respecto a la envolvente técnica que lo conforma es muy grande.
- En este sentido es interesante la propuesta de viviendas realizada por los arquitectos Pich-Aguilera, donde mezclan elementos en tres dimensiones prefabricados para los núcleos húmedos con componentes en dos dimensiones para el resto de la estructura y permitiendo una gran flexibilidad en futuras distribuciones al crear una banda continua paralela a fachada totalmente diáfana. Esta estructura está realizada en hormigón.

LA FLEXIBILIDAD DESDE EL DISEÑO DE SOPORTES DE J. HABRAKEN

1. LA NECESIDAD DE LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA

El nacimiento del SAR

John Habraken (1928) nació en Indonesia y vivió de adolescente la experiencia de los campos de concentración bajo dominio japonés. Se tituló como arquitecto en Delft en 1955 y planteó inicialmente sus teorías en el libro de 1962 *“Soportes. Una alternativa de masas”*. (texto ya mencionado en el capítulo: *¿Por qué buscamos densidad? La ciudad y la vivienda colectiva, modelos de agregación*).

En septiembre de 1964, nueve arquitectos holandeses y un representante de la Asociación de Arquitectos Holandeses constituyen formalmente una fundación para la investigación en el campo de la Arquitectura, con el propósito de buscar las mejores estrategias para resolver el problema del diseño y de la construcción de viviendas en gran escala. Así nació el SAR (Stichting Architecten Research). En esa época, por numerosas razones se podía considerar a Holanda como un laboratorio donde se podían estudiar soluciones a los problemas que la construcción masificada de viviendas ha ocasionado en todo el mundo, y con el libro *“El diseño de los soportes”* J. Habraken intenta ofrecer una herramienta eficaz, que puede ser aplicable en otras partes del mundo para construir viviendas bajo la premisa de densidad.

Holanda, en los años sesenta, es un país que está densamente poblado y posee una arraigada tradición urbana. La vivienda individual aislada constituye una excepción. La mayor parte del trabajo de los arquitectos estaba relacionado con el diseño de las viviendas. El Gobierno hizo un gran esfuerzo e invirtió en sistemas de construcción estandarizados para suplir la escasez de viviendas desde la segunda guerra mundial y dio como resultado la producción de grandes áreas urbanas de edificios monótonos y uniformes. El principio fundamental de la producción masiva como concepto técnico y organizativo era que el usuario no tenía ningún papel en el proceso de decisión, y a partir de aquí, los arquitectos se sintieron cada vez más alarmados por los resultados obtenidos. SAR representó un esfuerzo para superar este problema. Los arquitectos investigaban caminos alternativos para poder usar el potencial de la producción industrial de manera que pudieran elevar la calidad de la vida.

Los arquitectos que fundaron el SAR aceptaron el concepto de “soporte” como una hipótesis de trabajo alternativa que debía ser investigada en profundidad. La idea de soportes y unidades separables estaba basado en el principio de participación o control

por parte del usuario. El elemento que faltaba en el proceso de construcción masiva de viviendas era precisamente que el habitante individual había dejado de ser un participante activo.

La idea básica en el concepto de soporte consiste en que la vivienda, cualquiera que sea su forma o su tamaño, es siempre el resultado de la interacción de dos esferas de responsabilidad y toma de decisiones. Una de ellas es que parte de la estructura está claramente dentro del mundo interno del habitante dentro de las viviendas, el cual puede cambiarla o adaptarla según sus deseos y necesidades. Y la otra parte, sin embargo, pertenece a una infraestructura mayor, sobre la que el individuo no puede decidir solo, sino que tiene que atenerse a las reglas y convenciones de un grupo mayor, sea su vecindad o bien, en un grado más lejano, las autoridades competentes.

A través de la historia, en el balance entre lo privado y lo común, se pueden encontrar una infinita variedad de formas de habitar, que siempre han sido el resultado de un proceso activo del habitante. Por consiguiente, el concepto de "soporte" es básicamente un reconocimiento de la condición humana tradicional en tiempos pasados. En este sentido no es una nueva invención. Un soporte es cualquier edificio hecho para contener un número determinado de unidades de vivienda, que puedan ser individualmente adaptadas a las necesidades cambiantes y a los deseos de los usuarios en el transcurso del tiempo. Es el prototipo del problema urbano.

La planta tipo de una vivienda es el resultado del complejo equilibrio en el diseño entre arquitecto, cliente, constructor, ingeniero de estructuras y otros profesionales. De hecho, la mayor parte de los esfuerzos van encaminados como para encontrar una solución del tipo lo suficientemente buena como para justificar una repetición continuada de la planta. Sin embargo, en el caso del diseño del soporte, la planta final no necesita ser predeterminada. Un soporte se diseña para prevenir la posibilidad de variar la planta de la vivienda a lo largo del tiempo, pero al mismo tiempo el soporte debe ser capaz de acomodar viviendas que cumplan con los estándares normalmente aceptados para viviendas en cada sociedad particular: solteros, familia sin hijos, familia con hijos, familia con lugar de trabajo en el interior de la vivienda, jubilados, estudiantes, etc.

En el diseño de un soporte debe existir una evaluación del potencial del mismo, para analizar las diferentes plantas que satisfagan los requerimientos individuales de los diferentes usuarios. En este diseño, es de esperar que serán usadas unidades separables, que a su vez han sido diseñadas y producidas independientemente. Hay, por tanto, dos procesos de producción: uno para los soportes y otro para las unidades separables. Para posibilitar el que esos procesos produzcan independientemente sistemas compatibles,

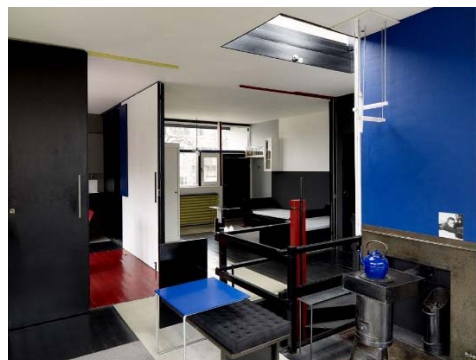
tiene que haber una coordinación. El método desarrollado por el SAR aporta los principios necesarios para llegar a tal coordinación.

Esta propuesta teórica se sometió a un test, y a un proceso continuo de ensayo y error, a una confrontación con la experiencia práctica continua. Así se estudiaron las diferentes posibilidades de espacios o funciones en un vano de ancho determinado. De éstos se van obteniendo una serie de variantes o un número de soluciones posibles que nos dan información para poder tomar otras decisiones y otras operaciones de manera sistemática. Las decisiones deben ser tomadas sucesivamente de forma que cada decisión deje abierto un número de opciones a decidir en un estadio posterior. Varios participantes (cierto número de técnicos expertos) deben ser capaces de operar con independencia, pero simultáneamente, de una manera coordinada para llegar a una solución flexible. Los acuerdos se plasman en formas construidas físicas, sin embargo, los criterios de decisión están basados en las posibilidades técnicas y económicas, y en la adaptabilidad de uso. El concepto de soporte debe además explotar las posibilidades de la polarización entre lo público y lo privado estableciendo diferentes gradientes entre ellos.

Otro ejemplo de uso de los mismos principios en otros problemas de diseño es el estudio hecho por el SAR sobre diseño de “tejidos urbanos”. Ésta es una segunda aproximación sistemática para ser aplicada a la escala del contexto urbano donde el edificio (soporte) es integrado con calles, redes de transporte y espacios abiertos públicos y privados. Publicado en Holanda en 1973, trata con problemas de evaluación y coordinación a otra escala, pero opera con medios similares.

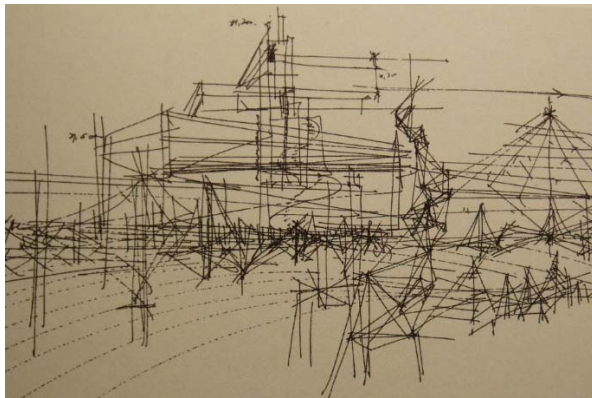
Antecedentes

Entre los antecedentes a este concepto podemos encontrar la casa experimental en Utrecht para Truus Schröder (1924) de Thomas Gerrit Rietveld, en la que la planta del primer piso es libre gracias al movimiento en todos los sentidos de las divisiones interiores y exteriores. De esta manera se establecía el principio de los tres niveles autónomos en la casa: muebles, divisiones y edificio.



En los años cincuenta, un grupo de estudio bajo el liderazgo de Bakema y Van den Broek ya habían hecho varias propuestas de vivienda eficiente de planta bastante libre, con una estructura muy clara y ordenada, en los que la repetición es un factor básico en la conformación del tejido urbano. Las lógicas de implantación y la trama son los elementos generadores del orden urbano, con elementos interiores flexibles y sistemas centrales estandarizados. (Ver capítulo: *¿Por qué buscamos densidad? La ciudad y la vivienda colectiva, modelos de agregación*).

Otro de los antecedentes clave de la teoría de Soportes radica en las utopías nómadas del artista holandés Constant, miembro de la Internacional Situacionista, con sus proyectos de megaestructuras libertarias, ligeras y asimétricas, de inspiración constructivista, en la que la vida se desarrolla libremente. Una conformación interior anárquica y laberíntica, que se desarrolla dentro de un esqueleto estructural básico, tal como demuestra el proyecto New Babylon (1956-1974).



Boceto del sector 1961-62. New Babylon, una ciudad nómada fuertemente influida por las culturas gitanas, estructurada sobre diversas plataformas móviles

La propuesta de los Soportes también sintoniza con la tradición estructuralista holandesa de Aldo Van Eyck, Piet Blom, Joop Van Stigt y Herman Hertzberger, que exploró unas estructuras básicas, una especie de formas arquetípicas desarrollables en horizontal y en el espacio, que permitieran una fácil apropiación y personalización por parte de los habitantes. En estas propuestas también se distinguía entre un *hard core* permanente (una estructura portante para organizar espacial y formalmente el edificio) y una organización interna flexible y cambiante, formada por elementos secundarios que se insertan en él.

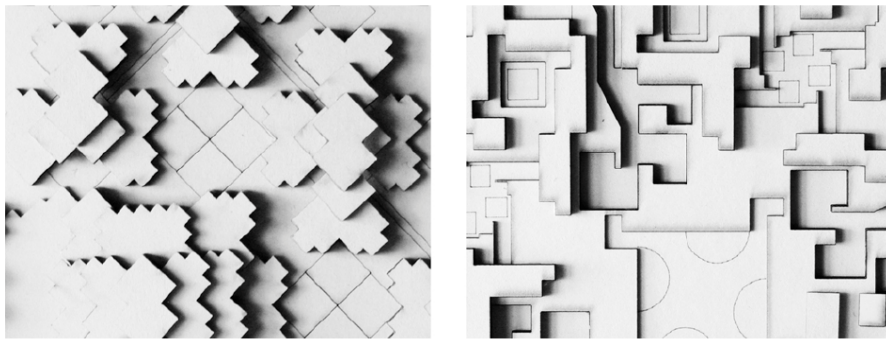


Figura 1. Propuestas de Joop van Stigt (izq.) y Piet Blom (dcha.).

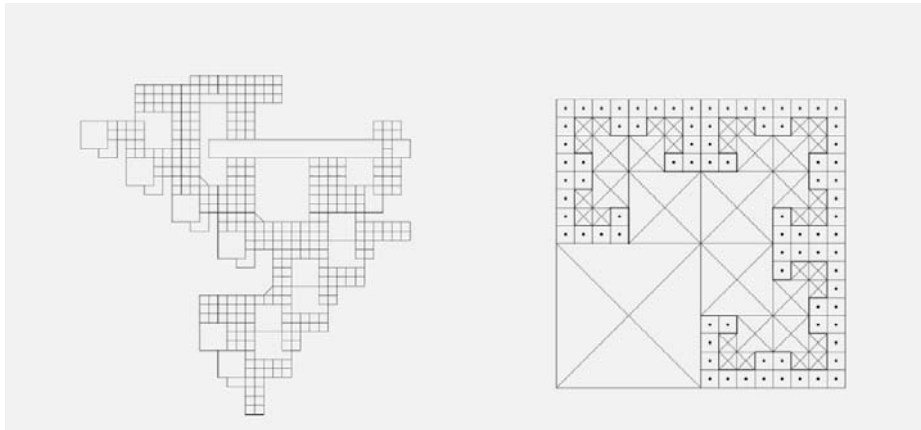


Figura 2. Diseño final de Aldo van Eyck para el Orfanato (izq.). Esquema inicial de Blom para Pestalozzi (dcha).

Existe otro antecedente en la idea de los Soportes en la propuesta que el arquitecto Jan Trapman presentó en 1957 con su Kristalbouw (Crystal Building), en el que venía trabajando desde 1946. Utilizando el Modulor de Le Corbusier, se planteaba una megaestructura que definía plantas libres como plataformas y organizaba sistemáticamente las instalaciones. Las posibilidades de total variación e intercambiabilidad se daban también en los elementos de fachada. Este sistema también permitía la mezcla con usos no residenciales.

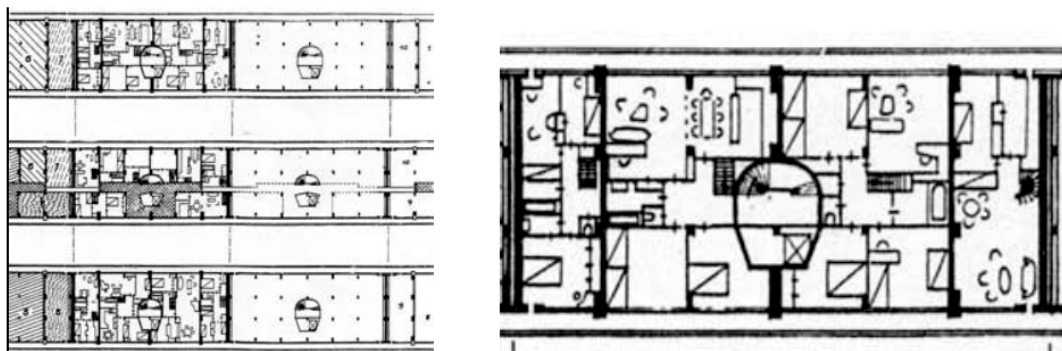
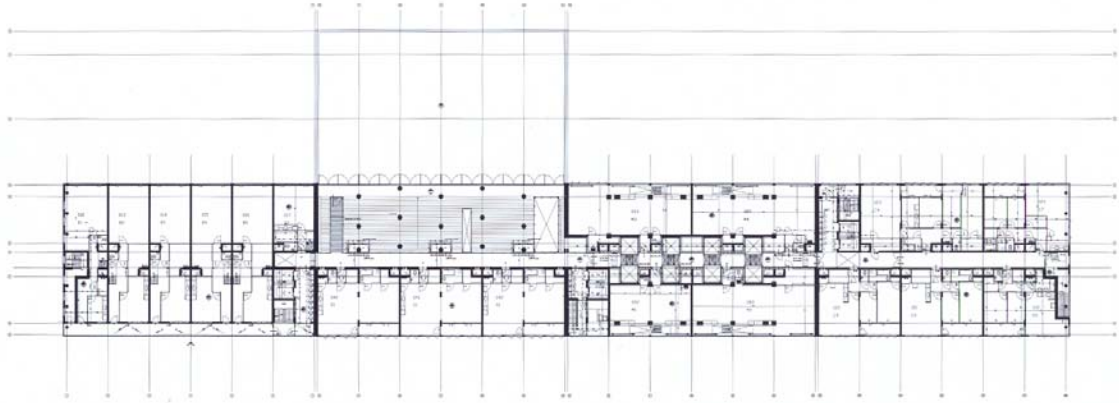


Figura 1. Kristalbouw Project. Jan Trapman, 1957. Not built. Left-general arrangement plans. Right Housing layout.

A mediados de la década de los años sesenta, todos estos autores, Constant, Yona Friedman, Habraken y Jan Trapman, coincidían habitualmente en debates sobre arquitectura móvil y flexible. Podemos observar cómo la estructura de Trapman ha inspirado directamente la forma del edificio Silodam de Amsterdam de MVRDV.



También está clara otra influencia: el plan Obús (ya citado en el capítulo: *¿Por qué buscamos densidad? La ciudad y la vivienda colectiva, modelos de agregación*) en Árgel (1928-1931), de Le Corbusier, basado en un infinito bloque lineal curvo de viviendas acoplado a la estructura de la autopista, que anuncia la posibilidad abierta de participación de los usuarios. A su vez, la famosa imagen de la mano gigante, que coloca en la estructura botellero de los dúplex que conforman las Unites d'habitation, sugiere una separación entre soporte y espacio habitable, aunque no fue tecnológicamente posible.

También hay otros escritos que están en sintonía con la teoría de los soportes, como "Comunidad y privacidad. Hacia una arquitectura humanista" (1975) de Serge Chermayeff y Christopher Alexander o "El lenguaje de los patrones" (1977) de Christopher Alexander; también están los estudios antropológicos aplicados a la habitabilidad del libro "House, form and culture" (1969) de Amos Rapoport, y la defensa de la participación por parte del arquitecto autogestionario John Turner en "Housing by people: towards autonomy in building environments" (1976). (1)

(1) Máster Laboratorio de la vivienda del siglo XXI. Experiencias 1. Soportes: vivienda y ciudad. 2009. John Habraken y la actualización del sistema de soportes. Josep María Montaner y Zaida Muxi.

Para continuar con los trabajos de participación ciudadana en la arquitectura, hay que hablar del trabajo del arquitecto belga Lucien Kroll, cuya obra más representativa es la facultad de medicina de la Universidad de Lovaina, construida entre 1969 y 1974. "Cuando a los estudiantes de medicina se les planteó un modelo de universidad que entendían caduco, exigieron, de modo inusual, que se contara con ellos incluso en la elección del arquitecto. Se formaron equipos de estudiantes y futuros inquilinos. Los grupos se reorganizaban de manera que todo el mundo conociera los problemas del resto de los equipos

y se llegaba a un principio de solución. Sólo entonces se dibujaron las plantas y las secciones. Prácticamente cuando la propia administración de la universidad había perdido la confianza en que todo llegara a buen puerto, se presentó el trabajo. Aparecieron otros grupos de gente ajena a la propia carrera de medicina: músicos, atletas, incluso jardineros que hicieron de las zonas verdes un huerto. Hubo alumnos de arquitectura que se habían matriculado en medicina para acceder a la posibilidad de desarrollar y habitar la residencia". (1)

(1) PEHNT, Wolfgang, Lucien Kroll, *Buildings and Projects*, Rizzoli, Nueva York, 1987



Lucien Kroll. Universidad de Lovaina, 1969-74

En este contexto de referencias también hay que citar al grupo Metabolista en Japón y a Archigram en el Reino Unido, de los que ya hemos hablado en capítulos anteriores (véase capítulo de apilamiento), en los que ambos idearon proyectos de alojamiento que podían ir creciendo orgánicamente a base de añadir cápsulas en el tiempo a un soporte definido inicialmente.



Louis Kahn. Laboratorios del Richards Medical Research, 1958-61

Por último, la teoría de Habraken tiene otra referencia clave en la cultura arquitectónica: la diferenciación entre espacios servidores y los espacios servidos establecida por Louis Kahn en su obra, sobre todo al interpretar la arquitectura clásica, en especial la palladina. Así, en los laboratorios del Richards Medical Research (1958-1961) en la universidad de Pennsylvania, Kahn compone un impresionante edificio donde las torres murales, de apariencia medieval, contrastan con los espacios acristalados de gran modernidad, siempre articulado mediante la oposición entre los espacios servidores (núcleos de comunicación vertical y sistemas de acondicionamiento) y los espacios servidos (laboratorios y estudios).

2. TEORÍA DE SOPORTES Y UNIDADES SEPARABLES. CONCEPTOS BÁSICOS

Un área puede ser diferenciada en dos partes: una, sobre la que el individuo tiene control (unidad separable) y otra sobre la que la comunidad decide colectivamente (soporte). La vivienda es el resultado de ambos, la comunidad y el individuo jugando cada uno su parte.

Un soporte no es un almacén estructural. Las unidades separables no son componentes de relleno

Las definiciones anteriores difieren mucho de la distinción, clásica en la industria de la construcción, entre componentes estructurales y componentes de relleno. En ésta existe un poder de decisión. Un residente puede decidir cuándo y cómo puede ser colocada una unidad separable.

Dos formas de producción

Tenemos dos tipos separados de productos. En cada área son posibles iniciativas de producción independientes y ambas pueden ser industrializadas.

Criterios sociales

La cuestión de dónde empiezan las unidades separables y dónde acaban los soportes tiene diferentes respuestas en distintos contextos sociales y temporales. Es un margen que depende de criterios sociales y en el que siempre existirán límites tecnológicos y económicos.

Orientar al residente

La principal reflexión es diseñar un conjunto de reglas, que gobiernen las posibles variaciones, y que sean lo suficientemente simples como para permitir al residente visualizar las opciones de cambio abiertas a él. Esto debe ser mantenido *in mente* en el diseño de soportes y unidades separables. El soporte debe permitir todas las variaciones

deseadas, pero que a la vez use las mínimas unidades separables posibles. Se busca una gran flexibilidad, pero no tiene por qué ser total.

El soporte es un producto arquitectónico, una estructura con espacios, y cada uno representará un cierto estilo de vida.

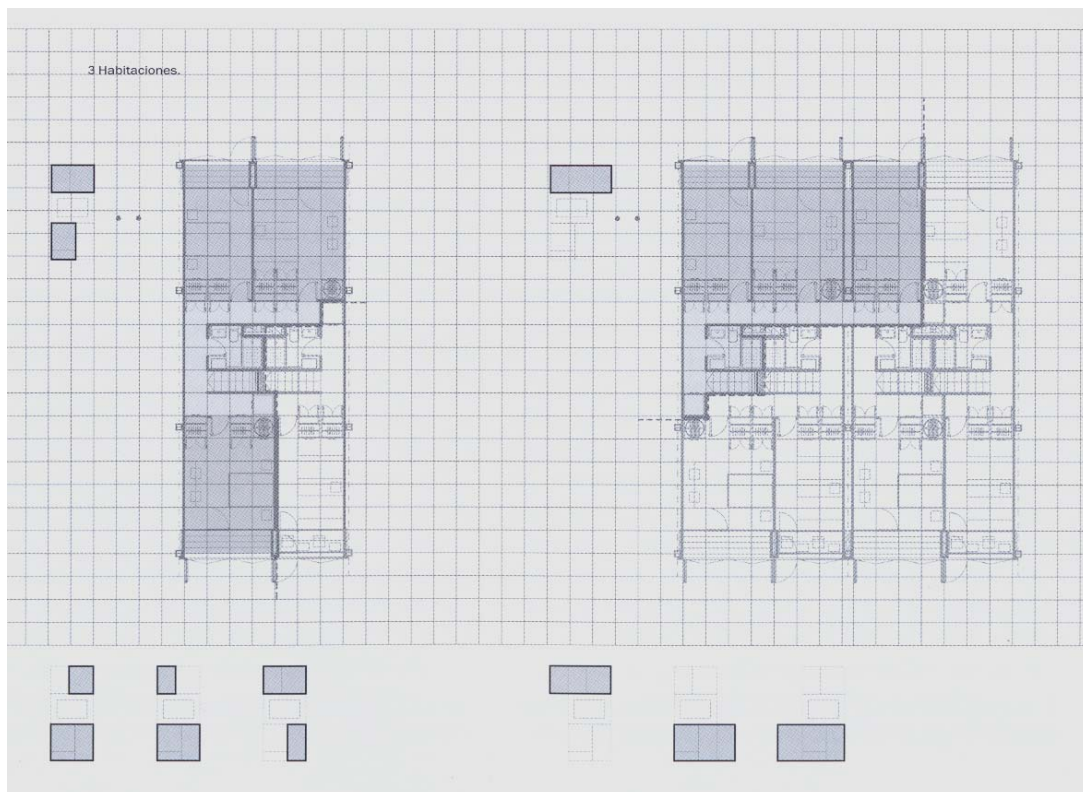
El soporte es un problema de diseño

Hay que acomodar la mayor variedad de formas temporales de vida con las tradiciones del lugar utilizando pocas unidades separables con el menor coste posible.

Soportes y unidades de viviendas

Además del cambio de distribución dentro de una unidad de vivienda, el soporte puede ser diseñado también para otras adaptaciones. Podemos, bien aumentar por adición una nueva construcción (viviendas en Monterrey, México o las viviendas de Villa Verde en Chile, ambas de Alejandro Aravena), o bien podemos cambiar los límites de propiedad dentro de las casas adyacentes (sistema C, vivienda colectiva a la carta de Elena Corres)(1). También podría plantearse la posibilidad de cambiar las funciones dentro de una unidad de vivienda: comercio, despachos, oficinas, almacenes, etc. Existen más posibilidades dependiendo de la relación de la unidad de vivienda con el espacio público.

(1) Corres Álvarez, Elena: Vivienda C, vivienda colectiva a la carta. System C. Revista PPA: Proyecto, Progreso, Arquitectura n° 6. 2012.



Elena Corres. Estudio de flexibilidad. Dotación de habitaciones dentro de las viviendas adyacentes



Aravena. Viviendas en Monterrey, México Viviendas en Villa Verde, Chile

La necesidad de identificación. Estilos de vida

Una persona necesita reconocerse a sí misma y ser reconocida. Esta necesidad determina la elección de vestidos, muebles, coches y otras posesiones. Cuando alguien tiene una casa, las “mejoras” que hace casi siempre pueden ser explicadas por su necesidad de identificación. Las viviendas siempre han sido usadas como medios de autoexpresión. Los cambios en la estructura de nuestra sociedad, los contactos con otras culturas tienen una fuerte influencia en los estilos de vida.

Para cada nivel de ingresos se incrementan las variaciones en el estilo de vida y en el uso de la vivienda. Las relaciones dentro de la misma familia se vuelven mucho más diversificadas. La oportunidad para el recogimiento en la habitación propia, en un mundo privado y rodeado de las posesiones personales se ha hecho posible gracias a una mayor abundancia material. Sin embargo, esto no ha suprimido la necesidad de un área común para actividades compartidas. Como objetivo, la división de la casa en espacios comunes y espacios individuales será particular para cada una de las familias.

En este sentido, como una opción de estilo de vida contemporáneo, podemos destacar la idea de que en la vivienda todas las habitaciones deben ser homogéneas de Xavier Montejos de su libro *“La habitación, más allá de la sala de estar”*, con la que podremos estar de acuerdo o no, y que podemos resumir en el siguiente párrafo de su introducción: *“Este ensayo aboga por una casa con mayor sentido y complejidad y denuncia la tendencia de la casa contemporánea hacia la sala de estar-comedor en detrimento de las habitaciones y de otros espacios que habitualmente se califican como espacios “servidores”. (...) El libro conforma también un compendio de elementos que defienden la ambigüedad y la no especialización del espacio doméstico. Defender la habitación es defender el elemento constituyente de la casa por definición. Aquí habitación quiere decir homogeneidad, no jerarquía, y significa argumentar en pro de una casa de piezas más regulares. Defender la vigencia de la habitación entraña una oposición decidida a la concepción de la casa por zonas, una concepción por la cual nuestras habitaciones han sido relegadas a la parte de la*

casa bautizada como “zona de noche”, una desafortunada definición que en su día debió parecer un hallazgo científico y que hoy no es más que un corsé trasnochado”.

Nuevas posibilidades tecnológicas

También las nuevas tecnologías darán como resultado nuevas adaptaciones. Las casas siempre se han cambiado a lo largo de la vida, en parte debido a que la duración de ciertos componentes es más corta que la duración de la construcción básica. El número de partes frágiles de una casa está siempre aumentando.

La familia cambiante

Existen diferentes fases en el desarrollo de una familia a lo largo de tiempo: la joven pareja sin niños, las familias con niños pequeños, que crecen, que van al colegio y, finalmente, dejan la casa para formar sus propias familias. También existen familias que trabajan en casa. No es tan solo un cambio en número, implica también una serie de diferentes relaciones y formas de vivir juntos, de diferentes actividades dentro y fuera de la vivienda. Estos cambios no influyen solo en el número de habitaciones, también afectan en el equipamiento y el número y situación de aparatos dentro de la vivienda.

Principios en el diseño de los soportes

Existen tres principios básicos en el diseño de los soportes, que se desprenden de las anteriores consideraciones:

Primero, cada unidad de vivienda en un soporte debe permitir un número diferente de distribuciones. Segundo, ha de ser posible cambiar la superficie, bien por construcción adicional o bien por cambio en los límites de las unidades dentro del soporte. Tercero, las unidades han de ser adaptables a funciones no residenciales.

No todos los soportes deben cumplir con todos estos criterios a la vez, depende del tipo de soporte, del contexto físico y social. Pero todas las alternativas de distribución deben someterse a examen, deben poder compararse con resultado satisfactorio.

Pero el fin último buscado que es la adaptabilidad de las unidades separables debe ser fundamental. Ésta es una característica esencial, un soporte es realmente usable como tal, si un cambio puede ser hecho con facilidad.

En este punto, cuando se hace necesario la eficiencia, aparece la prefabricación y la industrialización como conceptos básicos en el diseño: por cuestiones de economía y alta calidad de producción, aparece la necesidad de convenciones sobre medidas y coordinación entre sistemas constructivos.

3. DISEÑO DE UN SOPORTE

Zonas y márgenes

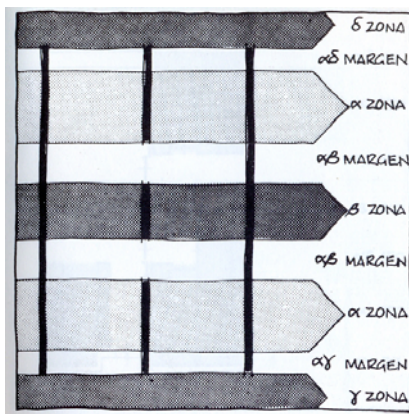
Para poder evaluar el diseño de un soporte se dibujarán una serie extra de líneas que forman un sistema de **zonas y márgenes** que ayuda al desarrollo sistemático de variantes de distribución, y que ha de satisfacer un conjunto específico de criterios. Zonas y márgenes son bandas fijas dentro de las cuales los espacios pueden ser colocados de acuerdo con ciertas convenciones, por ejemplo, las habitaciones pueden situarse en una o más zonas pero deben siempre acabar en un margen. Estas bandas ayudan a distinguir dentro del soporte, las áreas más adecuadas para cierto tipo de habitaciones.

Dentro de un soporte pueden distinguirse dos áreas: una en el perímetro y otra totalmente interna. Cada una de ellas es apropiada para fines diversos.

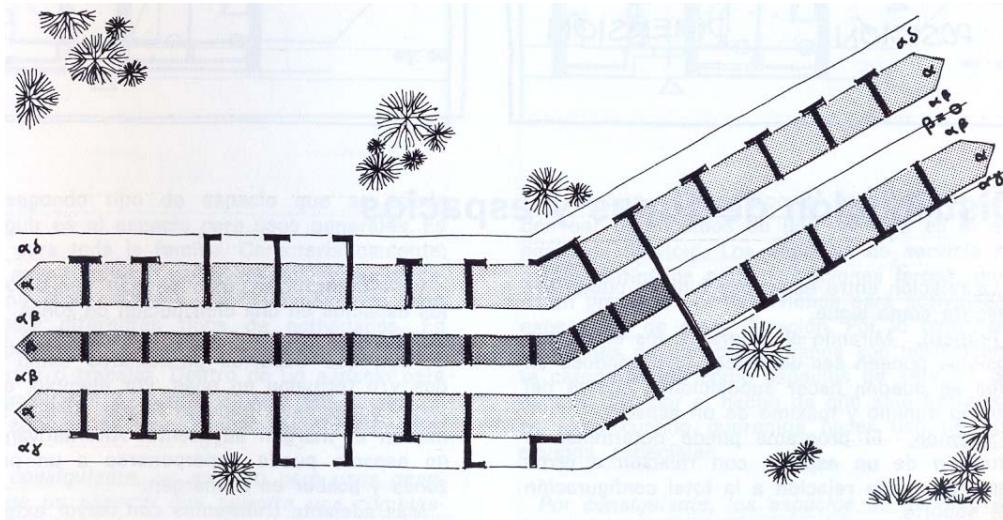
Así la zona adyacente a la fachada es llamada zona alfa y está pensada para un uso privado. La segunda área que no tiene relación directa con el exterior es denominada zona beta y es adecuada para la colocación de espacios de uso privado. Ambas zonas no se tocan, queda un espacio entre las dos zonas denominado margen, en la que se pueden colocar espacios de ambas zonas.

Pero en el diseño de un soporte pueden existir más bandas paralelas a las anteriores. El espacio exterior que está fuera de la vivienda misma, como pueden ser jardines, balcones, terrazas o porches y son de uso privado, forma una zona denominada delta. La separación entre el espacio exterior y el interior es el margen alfa/delta y en él se encuentra la fachada. Si en el soporte existe una banda de acceso pública, como puede ser una galería, ésta es denominada zona gamma.

Las zonas y márgenes se distribuyen según el siguiente esquema con sus posiciones relativas:



Una zona no tiene por qué ser recta. No tiene necesariamente que tener una anchura uniforme, e incluso su anchura puede ser cero, es decir, no existir.

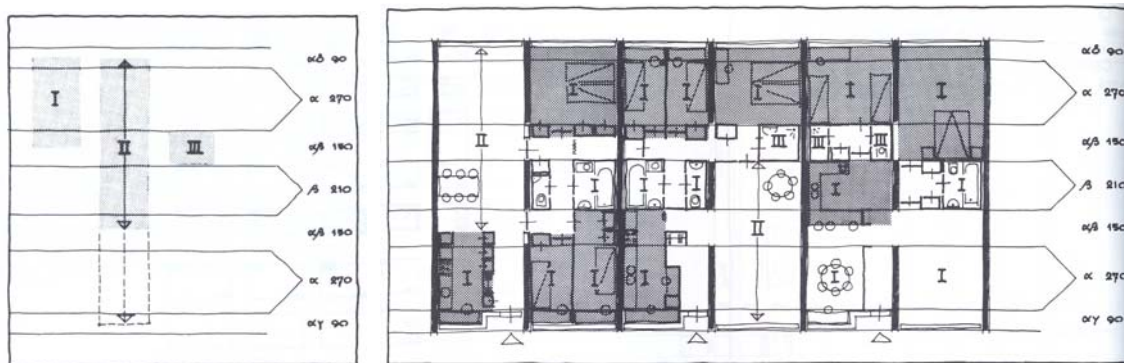


El siguiente paso es hacer una distribución en el soporte de zonas y espacios. Para ello es necesario estudiar el programa y buscar esquemas posibles de distribución en función del tamaño máximo y mínimo de un espacio, y en función de la relación de un espacio con otros diferentes. Todos los espacios con determinadas funciones pueden ser divididos en tres grupos: el primero es el formado por los espacios para usos especiales, para ser usados durante cierto periodo de tiempo (dormitorios, cocinas, estudios, etc.); el segundo grupo es para espacios destinados a usos generales (para toda la familia), permiten una combinación de actividades específicas (televisión, estar, comer, jugar, etc.); y el tercero es el que contiene los espacios de servicio (almacén o baños), son para cortas ocupaciones y tienen un carácter utilitario.

Dentro de esta clasificación teórica, hay ciertos espacios que pueden clasificarse en más de una categoría, ello depende del programa inicial, del estilo de vida y las costumbres del lugar.

El diseñador de soportes debe realizar una tabla donde se registran espacios con usos especiales, estos se definen con la anchura y profundidad de las habitaciones y sus diferentes posibilidades de amueblamiento. En general, el diseñador experto tiene esta tabla registrada en su mente, sancionada por la práctica, pero puede consultarse en cualquier manual o libro tipo "Neufert, arte de proyectar en arquitectura".

El siguiente paso es investigar la relación entre las posiciones de los espacios, su tamaño y la distribución en las zonas. Se pueden distinguir tres posiciones primarias: en la posición I, un espacio se superpone a una zona y acaba en el margen adyacente; en la posición II, un espacio se superpone a más de una zona y acaba en un margen; y en la posición III, están los espacios que empiezan y acaban en el mismo margen. De esto se deduce que todos los espacios acaban siempre en un margen.



En el proceso de diseño, las posiciones de los diferentes espacios deberán colocarse en cada una de las categorías anteriores dependiendo de su tamaño y relaciones de proximidad. Así, los usos especiales ocuparán una zona de posición I y su correspondiente margen, porque normalmente todas estas bandas están dimensionadas basándose en las dimensiones máximas y mínimas de estos espacios; los espacios generales, por lo general, son adyacentes a la fachada y a otros espacios para usos especiales, ocupan una o más zonas, y acaban en un margen; y los espacios de servicio, debido a su situación y tamaño, y para poder relacionarse con el resto de zonas le son aplicables las posiciones I y III. Posteriormente, un análisis de zonas mostrará las distribuciones críticas de los espacios para diferentes funciones y dimensiones.

Distribución de zonas y componentes estructurales

Establecida las bandas, hay que situar los componentes estructurales, que a menudo las cruzarán. Hay que analizar las posibilidades de distribución y aquel espacio que queda entre dos componentes estructurales. A esta porción de espacio abierto o diáfano, que ocupa una zona y sus márgenes, y se encuentra entre dos componentes estructurales se llama sector. Posteriormente, un análisis del sector no dará las funciones de las habitaciones o combinaciones de ellas a través de sus diferentes anchuras. Una combinación de sectores interconectados nos lleva a un grupo de sectores, que podría considerarse una unidad de vivienda. Esta unidad de vivienda debe disponer de diferentes variantes básicas, que son las distintas distribuciones de funciones que podemos encontrar en la vivienda. De forma similar, la utilidad de una habitación no dependerá sólo del número máximo de componentes que se puedan situar en ésta, sino también del número de las posibles variaciones en la distribución. Este proceso nos lleva al término subvariante de una variante básica, que no es otra cosa que posibles alternativas de mobiliario dentro de una unidad de habitación.

Cuando se diseña un soporte, las decisiones acerca de la posición y tamaño de los componentes del soporte (muros, pilares, forjados, huecos en fachada, huecos en forjados, escaleras, conductos verticales de instalaciones, conexiones horizontales de las instalaciones, etc.) tendrán una influencia decisiva en el número de posibilidades de distribución. Esta operación hay que hacerla estableciendo o dibujando sobre las bandas una malla básica (malla tartán), que responda a un módulo acordado.

Trazando las variantes básicas es posible determinar la viabilidad de un soporte particular. Un análisis de zonas, de sector o de grupo de sectores nos indica qué criterios han sido usados por el diseñador. Diferentes diseñadores llegarán a diferentes alternativas acerca de lo que se considera una distribución típica, debido a un sistema de valores, estilos de vidas o tradiciones diferentes.

El nivel de participación ciudadana se va acotando a medida que vamos acercándonos a la unidad habitable más básica, así el promotor o bien la comunidad, podrán tomar decisiones sobre el diseño del soporte y su inmediato derredor, la familia lo hará sobre la división de la vivienda en habitaciones y, por último, un miembro de la familia podrá tener control sobre el amueblamiento de su propia habitación.

Así hemos llegado al objetivo final del proceso en el diseño del soporte: obtener fáciles variantes funcionales dentro de una misma vivienda para adaptarse al ciclo de vida del usuario.

En síntesis, la propuesta de Habraken concilia dos lógicas. Por una parte, la de la planta libre establecida por franjas paralelas a las fachadas, llegando a definir siete tipo de franjas: dos con los intersticios de la fachada, dos bandas anchas útiles que dan a las dos fachadas, dos ámbitos de circulación, trabajo y almacenaje, y una franja central con las piezas dependientes de las instalaciones.

Por la otra, la lógica de los sistemas modulares, los cuales permiten establecer un repertorio limitado y producible en serie de elementos interiores (camas, sillas, mesas, muebles, piezas de baño, elementos de la cocina, armarios), que cada usuario pueda combinar como prefiera y que permiten disponer de unos sistemas ligeros e intercambiables de separaciones interiores sobre la homogénea malla tartán.

Crítica y pertinencia

Existen varias razones por las que aún hoy es pertinente hablar de Habraken. Su trabajo pone de manifiesto la dificultad de dar respuesta a un problema complejo sin imponer la repetición y la uniformidad. El establecimiento del sistema basado en niveles de control y

jerarquías no es más que una forma estructurada de generar consensos acerca de la forma, sin que exista la necesidad de conocerla en su estado final.

Su trabajo da cuenta de una forma de ejercer la profesión sin construir, pero manteniéndose muy cerca de la realidad, en un acto voluntario de dar un paso atrás y revelarse como organizador más que como “creador”. Se trata de una apuesta que confía en los resultados a largo plazo, sin esperar la visibilidad inmediata que proporcionan las obras construidas.

A pesar de ello, no faltan argumentos para sostener algunas de las críticas más comunes. Tachado de ser un arquitecto al servicio del “gran capital”, por la relación con el mundo empresarial, algunos consideraron que su labor consultiva “lavaba la cara” de la industria capitalista. También, es considerado un tecnócrata, con tendencia a hallar soluciones eficaces por encima de otras consideraciones ideológicas o sociales.

Tal vez su mayor error fue la ingenuidad que le condujo a subestimar los problemas técnicos del “infill package” en los que finalmente recaía el peso de la viabilidad del sistema.

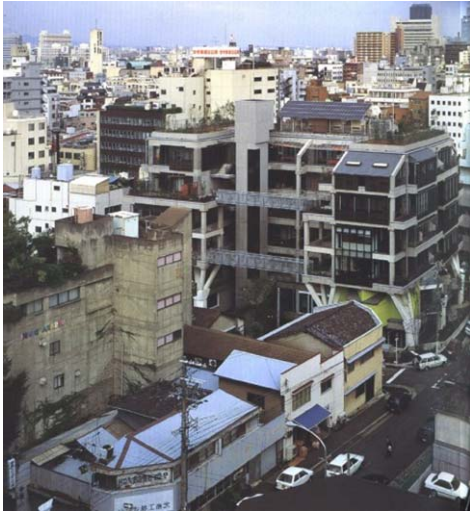
A medida que la investigación avanzaba, quedó atrapada por sus propias reglas, traicionando en cierto modo la búsqueda inicial de libertad. El método SAR acabó por impartirse casi como asignatura en las aulas, cobrando una importancia excesiva en el ámbito docente.

Esta ausencia de libertad constituía además una amenaza para un determinado sector de la profesión que consideraba que el arquitecto debe ser ante todo un artista al que la teoría de soportes reducía a la condición de servidor del ocupante final. En cambio, su verdadero valor reside precisamente en ese desplazamiento del centro de la cuestión desde el papel del arquitecto como autor hacia la participación del hombre, de cualquier hombre, en la construcción del lugar que habita. (1)

(1) Colmenares, Silvia. “La simplificación como problema complejo: Habraken y el S.A.R.” en com-densidad. Estrategias de actuación urbana en áreas de baja densidad. Mairea Libros. Madrid: 2010

El marco teórico desarrollado por Habraken ha servido de precedente para proyectos como Casa Barcelona (2001) dirigido por Ignacio Paricio (investigación sobre la vivienda “perfectible” y adaptable a las necesidades de sus ocupantes), proyectos experimentales como NEXT 21 en Osaka, Japón (1993).

En Next 21, el conjunto se planteó desde un comienzo como un proyecto experimental de vivienda plurifamiliar con el objetivo principal de responder a la creciente individualización y variados sistemas de vida del nuevo siglo. Para conseguir tales objetivos se emplearon dos recursos: una construcción del edificio en dos fases (la estructura portante y el relleno o “infill”) y la construcción por subsistemas.



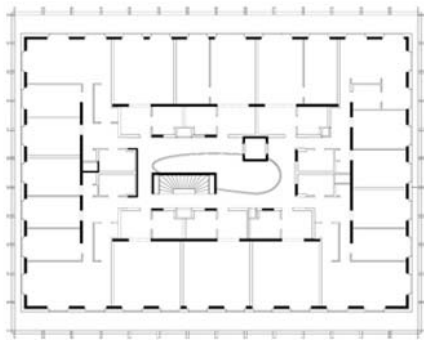
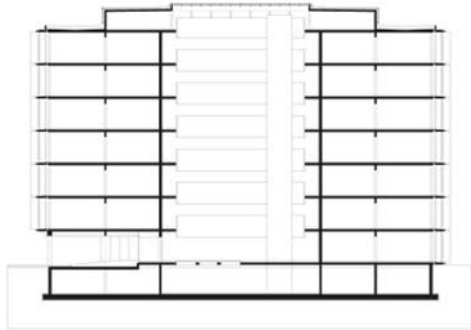
NEXT 2, Osaka, Japón, 1993

Arquitectura y diseño: El edificio tiene seis alturas y lo constituyen 18 viviendas particulares que se distribuyen sobre la estructura portante. Este edificio base adopta una forma en "U" con un gran vacío central rodeado por un sistema de "calles" (galerías), que permiten el acceso a cada una de las viviendas. Los dos extremos de esta "U" se conectan en los niveles uno y tres mediante puentes que permiten la circulación perimetral. Este sistema de calles abiertas en altura permite trabajar el concepto de barrio tridimensional, creando un recorrido continuo a través de toda la infraestructura que va desde el jardín comunitario de la planta baja, hasta la terraza jardín de la cubierta.

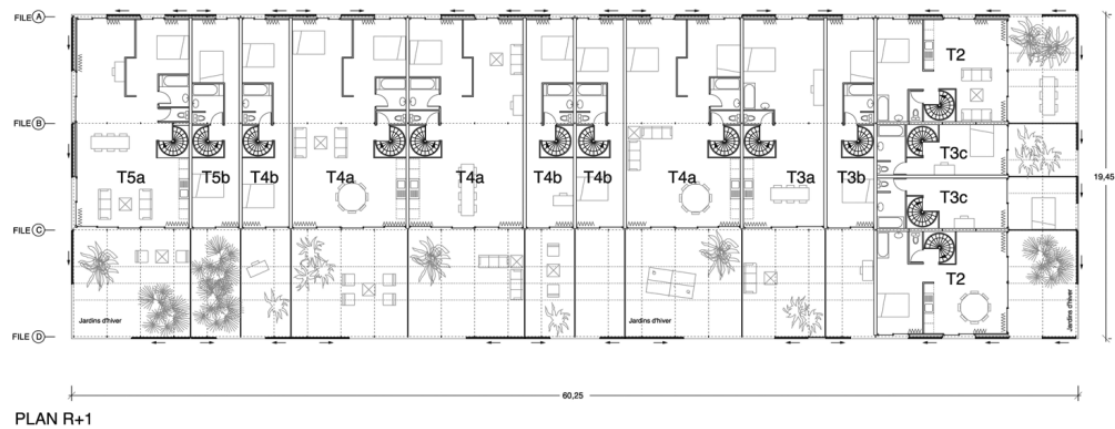


Para el diseño del edificio se formaron dos equipos de arquitectos. El primer equipo se encargó del diseño de la infraestructura y el segundo, formado por 13 estudios de arquitectura distintos, se ocupó del diseño de cada vivienda particular. Esta separación de responsabilidades profesionales en dos niveles que resulta habitual en la forma de proceder de los edificios de oficinas o centros comerciales, no se había dado nunca antes en un edificio de vivienda colectiva.

Entre proyectos construidos podemos destacar los proyectos de vivienda como Living in Lohbach (1998) en Hötting-West, Austria, de Baumschlager & Eberle, o las 14 viviendas sociales de Lacaton & Vassal en Mulhouse, Francia (2005) entre otros.



En el primero se requería una construcción residencial económica y ecológicamente optimizada. Existe una decisión de construir estructuras de tipo cubo con acceso interior que se proyectan en fachada con una zona de balcones protegidos del soleamiento. El proyecto urbano que resulta de este concepto y su forma de cubo parece similar aparentemente a un patrón al azar de tablero de ajedrez. Pero en realidad, la alineación de las estructuras individuales y las vistas desde el alrededor y a través del proyecto, fueron cuidadosamente compuestas. Los espacios abiertos entre los edificios y los pequeños jardines en frente de los apartamentos de planta baja hacen fácil olvidar la densidad de la construcción.



En la ciudad de Mulhouse, Francia, una ciudad industrial caracterizada por la realización de operaciones para la mejora de la calidad del alojamiento de las clases obreras, Jean Nouvel se encargó de la ordenación general de una prolongación de la ciudad. Para ello se rodea de cuatro equipos de jóvenes arquitectos entre los que se encontraban Lacaton & Vassal. De las cinco propuestas que forman la ordenación la de Lacaton & Vassal es la que presenta mejor relación en la proporción entre metros cuadrados construidos y presupuesto. Es el que ofrece mayor cantidad de espacio a los nuevos habitantes: *“Nuestro objetivo es producir viviendas de calidad que, con un coste normal, sean significativamente más grandes que las habituales”*.

En 2008, John Habraken visitó la escuela de Arquitectura de Barcelona para dirigir un taller en el Máster Laboratorio de la vivienda del siglo XXI. En este workshop, Habraken expresó sus opiniones actuales sobre la vigencia del sistema de Soportes. Sobre la evolución del SAR, Habraken aclara que hacia 1992 la trayectoria del SAR, que se había dedicado esencialmente a la investigación, se consideró concluida y se creó una nueva organización denominada Open Building. Open Building es una red de relaciones entre diversas iniciativas en lugares como Países Bajos, Finlandia, Estados Unidos, Japón o China.

A lo largo de su carrera lo que más le ha preocupado es desarrollar esta concepción de la arquitectura como proceso: *“Debemos proponer una arquitectura que sea capaz de separar lo que permanece de lo que cambia, en la que se establezcan claramente las responsabilidades correspondientes a las diversas escalas del proyecto urbano y*

arquitectónico: planes urbanos, proyectos de barrios, conjuntos de edificios, bloques, viviendas, habitaciones, mobiliario y equipamiento”.

Para Habraken la arquitectura es un sistema dentro de sistemas mayores y de ella dependen subsistemas técnicos, partes y elementos. Resulta fundamental aprender de la observación, saber ver en su contexto urbano cuáles son las pautas de este diseño compartido del que participa la ciudadanía, que entiende y comparte, aunque sea inconscientemente, y que el arquitecto debe saber desvelar y recrear. Además Habraken insiste en rechazar la nefasta obsesión de la arquitectura contemporánea por la originalidad y la autorreferencia y explica: *“Históricamente, la arquitectura de lo cotidiano sabía relacionarse con las condiciones locales: el clima, el frío y el calor, la lluvia y la luz de cada lugar. Esto lo ha perdido la arquitectura contemporánea, que repite los mismos modelos en cualquier lugar y hace las mismas fachadas para orientaciones distintas”.*

Sus dos últimos libros son: *The Structure of the Ordinary* (1998), y *Palladio's Children* (2005). En el primero, Habraken insiste en los argumentos de un diseño contemporáneo y continuo. Lo esencial es entender la capacidad que tiene el entorno construido para persistir a través de la posibilidad del cambio y la adaptación; el saber qué poseen lo ordinario y lo colectivo, para decidir qué se debe mantener y qué se debe transformar. Para esto establece tres órdenes: el físico, con la jerarquía de niveles en la forma; el territorial, controlando la forma de los espacios y los lugares; y el cultural, basado en el conocimiento de los patterns, tipos y sistemas.

El libro *Palladio's Children* interpreta cómo la arquitectura contemporánea ha continuado la tradición de un saber dedicado a lo extraordinario, a los monumentos, y ha dejado de lado el saber sobre lo ordinario, el entorno de lo cotidiano. Este mito del arquitecto que innova siempre y crea objetos singulares arranca de Palladio, su obra y sus publicaciones. Según Habraken, arquitectos como Wright y Aalto avanzaron en la interpretación de esa cultura del lugar, recuperando la tradición de los maestros constructores y de la arquitectura vernácula, en estrecha relación con la tierra y con los recursos materiales locales.

4. EVALUACIÓN DE SOPORTES REALIZADOS POR EL DOCTORANDO

En un anexo se presentan fichas donde se ha realizado un estudio de bandas y soportes según la teoría de Habraken en las siguientes obras proyectadas y realizadas por el doctorando:

1. 9 viviendas en el centro histórico de Sanlúcar de Barrameda (Cádiz).
2. 112 viviendas protegidas en Jerez de la Frontera (Cádiz).
3. 134 viviendas protegidas en el Polígono Aeropuerto de Sevilla.
4. 204 viviendas protegidas en el Polígono Aeropuerto de Sevilla.
5. 84 viviendas protegidas en Antequera (Málaga).
6. 68 viviendas protegidas en el barrio de San Jerónimo de Sevilla.
7. 20 viviendas protegidas en Villaverde del Río (Sevilla).
8. 30 viviendas protegidas en Conil de la Frontera (Cádiz).
9. Residencia de estudiantes en el Complejo educativo Blanco White de Sevilla.
10. 108 viviendas en el Parque Norte de Málaga.

FLEXIBILIDAD

1. LOS INICIOS DE LA FLEXIBILIDAD EN EL SIGLO XX

Además de la ya comentada casa experimental en Utrecht para Truus Schröeder (1924) de Thomas Gerrit Rietveld, los primeros experimentos sobre vivienda colectiva en tema de flexibilidad tuvieron lugar en la exposición internacional de la vivienda de 1927 en Stuttgart realizada por el Werkbund en la que Mies van der Rohe fue su director artístico. El tema de la exposición era la casa moderna bajo el título “Die Wohnung” (la vivienda). Se hicieron planes para incluir interiores y mobiliario, así como una colonia de casas realizadas por diseñadores de toda Europa denominada “Weissenhofsiedlung”. El grupo de 16 arquitectos elegidos representaban a cinco países: Mies, Gropius, Scharoun, Döcker, Polezig, Hilbbersmeyer, Schneck, Adolf Rading, Bruno Taut y Max Taut de Alemania; Oud y Stam de los Países Bajos; Frank de Austria; Le Corbusier de Francia; y Víctor Bourgeois de Bélgica. Estos arquitectos invitados por el Werkbund debían *“trabajar en el espíritu de un estilo artístico progresista adaptado a la situación actual y que estén familiarizados con el equipo técnico para la construcción de las viviendas”*. (1)

(1) Bruckmann P.: Declaración a los directores del Deutscher Werkbund, 30 de marzo de 1925, Archivo Redslob, Archivo Federal Alemán, Coblenza, cit. Schulze F. Mies van der Rohe. Una biografía crítica. Hermann Blume, Madrid. 1986.

Mies, que consideraba la industrialización una cuestión clave en los métodos de construcción, diseñó un conjunto alargado de casas de perfil bajo y con forma cúbica dispuestas de un modo irregular entrelazadas, cerradas por un muro de contención en el perímetro bajo de la urbanización. Mies insistía en que todos los arquitectos fuesen libres para diseñar con la única condición de que utilizarasen cubiertas planas y superficies exteriores blancas.

Las veintiuna construcciones independientes, que incluían sesenta viviendas, demostraron ser sorprendentemente unitarias en sus fachadas unitarias, rectilíneas, blancas y las cubiertas planas, se adaptaban al esquema de las calles en curva diseñado por Mies y en las que el límite del muro blanco inferior las posicionaba como un solo objeto.

Las viviendas de Mies y la casa para dos familias de Le Corbusier (en colaboración Pierre Janeret) presentaban conceptos innovadores en las tipologías utilizadas respecto de las sus compañeros de exposición. Pensadas como viviendas sociales, incorporaban el tema de la flexibilidad, por la que sus habitantes podían redistribuir el espacio de la casa en función de sus necesidades, dentro de los límites que la vivienda imponía.

Edificio de veinticuatro viviendas de Mies van der Rohe

En las bases que establece Mies para la realización de su edificio en la Weissenhofsiedlung se observa que dedica especial atención al tema de la planta libre: *“Hay razones económicas que exigen un racionalismo en la construcción de viviendas, pero además necesitamos cada vez más libertad en usar los espacios. En el futuro será cada vez más importante valorar estas dos tendencias. El Skelettbau (sistema de construcción de pórticos) es la manera más adecuada para conseguirlo, porque es racional en su producción y deja libertad a la distribución en su interior”*. (1)

El acceso al conjunto de la Exposición de Stuttgart se realiza por la parte más alta de la colina, entrando por detrás de lo que puede considerarse la fachada principal, orientada al este y con mejores vistas a la ciudad. El edificio de Mies es el primero con el que el visitante se encuentra al llegar a la exposición, siendo además el de mayor dimensión.

Cada módulo del edificio de viviendas dispone de una planta semisótano, donde se ubican las instalaciones y almacenes de los apartamentos; las plantas de viviendas, desde la baja hasta la segunda; y la planta ático que recoge los servicios comunitarios como terrazas ajardinadas con orientación este, y estancias para lavado y secado, además de las despensas.

El bloque lineal es un doble crujía con cuatro núcleos de escalera que reparten a dos viviendas por núcleo. Las piezas de los extremos son de menor superficie que las internas. Con ello Mies conseguía una gran variedad de superficie de viviendas, capaces de soportar diferentes distribuciones.

En una carta que Mies envía a Erna Meyer (experta en tareas domésticas y economía del hogar) revela la intención del diseño flexible de su edificio de viviendas: *“Hasta ahora solo he puesto los muros que limitan con el exterior y los pilares en el interior. El resto tiene que ser totalmente libre, si fuera posible construir con paredes contrachapadas, yo solo haría la cocina y el baño como espacios contruidos y el resto serían espacios variables de la vivienda. Esto tendría la ventaja de que si hay cambios en la familia se podría cambiar la distribución de la vivienda sin problemas de reforma”*. (1)

(1) Mies y Meyer E.: 6/1/1927, cit. Kirsh K. Werkbund-Ausstellung. Die Wohnung. Stuttgart 1927. Deutsche Verlags-Anstalt GmbH, Stuttgart 1987.

Mies diseñó una serie de elementos fijos, como son las instalaciones de los baños (que iban adosadas al cerramientos del núcleo de escaleras) y de las cocinas (en las separaciones entre viviendas), pero además las posibles distribuciones de las viviendas se encuentran condicionadas por la distribución de los huecos en fachada y por los pilares metálicos intermedios de la estructura del doble crujía. En este caso Mies está sentando

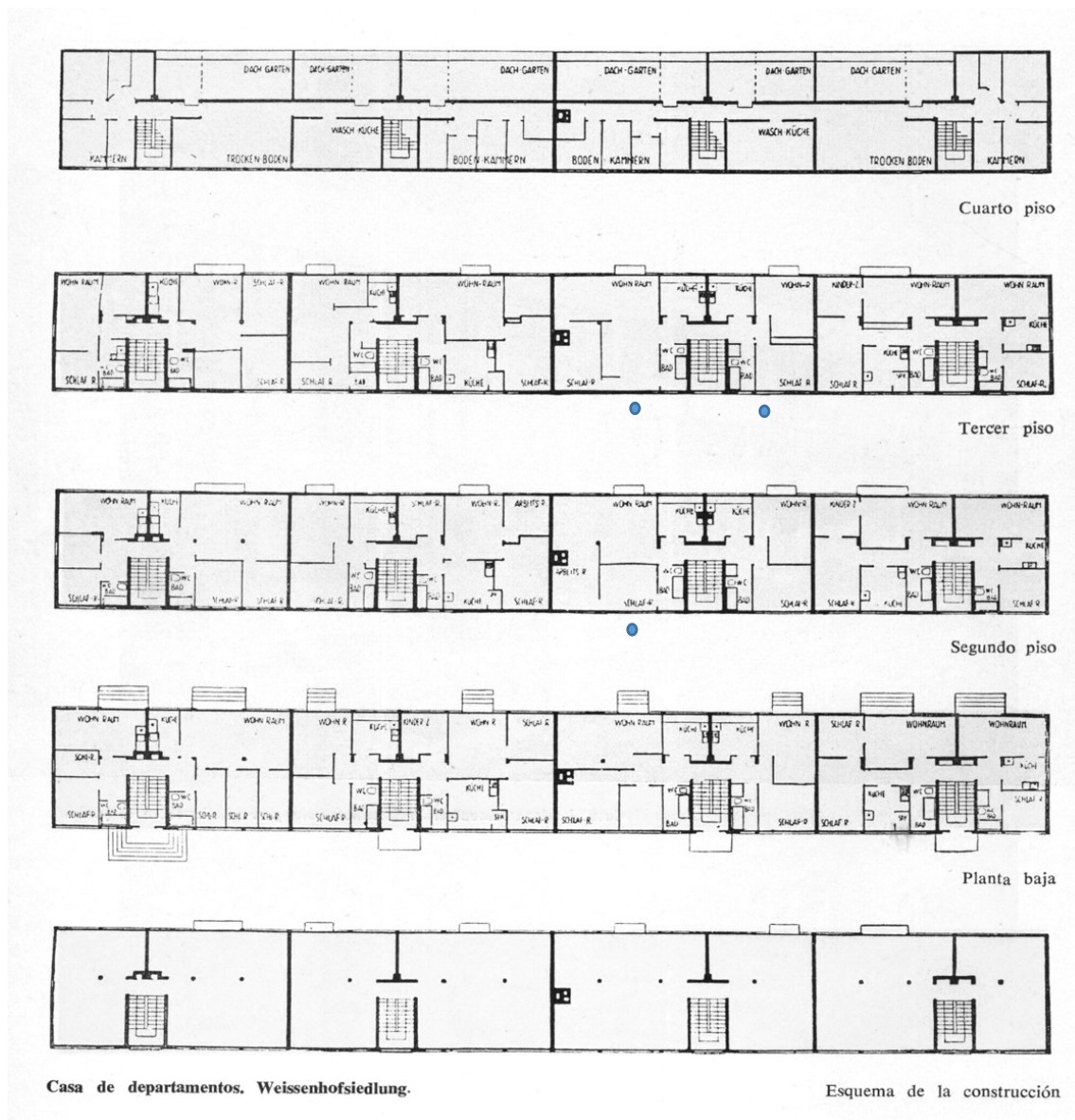
gran parte de las bases de lo que en los años setenta significó la teoría de los soportes de J. Habraken.

De las veinticuatro viviendas que contenía el edificio, Mies diseñó tres de ellas. La primera se sitúa en el segundo portal visto desde la derecha en la planta primera izquierda. Es una vivienda dirigida a una persona o una pareja, claramente reconocible por tener solo una habitación. Mies ya había reflexionado bastante sobre el sistema de vida de una pareja sin ánimo de tener familia. Se crea un espacio abierto y fluido que discurre por el perímetro de la vivienda, acentuando más la condición de la casa como un espacio único, perdiendo importancia las divisiones interiores que se articulan sobre la planta libre. Su programa se desarrolla más en ambientes que en habitaciones debido a este concepto de espacio fluido. Mies está pensando en el hombre que le gusta su trabajo y puede desarrollarlo en casa sin tener que desplazarse a ningún lugar para realizarlo.

Estas divisiones interiores, en forma de T a partir de los núcleos húmedos, dividen el espacio en tres estancias intercomunicadas, y acabaron siendo prefabricadas en madera con espesores mínimos, como si de muebles se tratase. Al contrario que Le Corbusier en su edificio, esta distribución en T proporcionaba una flexibilidad menos inmediata, aunque sí muy fluida debido a la gran cantidad de espacio que había conseguido liberar. Pero también se daba la opción de poder redistribuir el espacio debido a la concentración de instalaciones y al montaje en seco de las divisiones interiores.

La segunda vivienda (diseñada por Mies) es la del portal segundo visto desde la derecha en planta segunda izquierda. Tiene las características de la vivienda anterior solo que la T se ha transformado en una Z, se ha reubicado el dormitorio y el salón adquiere forma de L para crear dos ambientes, uno con el comedor y otro con el estar donde están las mejores vistas. También al fondo del salón se dispone de un escritorio y estantería como posible lugar de trabajo.

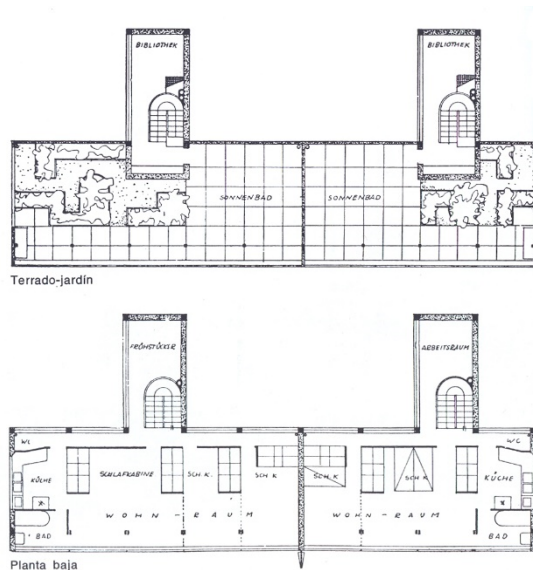
La tercera de las viviendas se desarrolla en la misma escalera justo enfrente de la anterior. La distribución de este apartamento es más convencional, donde el uso del salón y dormitorio están perfectamente delimitados por las puertas de acceso de las que había prescindido en las viviendas anteriores. La superficie del salón es un poco mayor que la del dormitorio. Entre ambas estancias se dispone un armario de pared perteneciente al dormitorio.



- Viviendas diseñadas por Mies

Edificio de dos viviendas. Le Corbusier

Le Corbusier realizó dos proyectos para la exposición, ambos se ubicaban en el extremo sur de la ordenación. Una de ellos era una casa para una familia y la otra doble. La primera responde a los estudios realizados hace diez años en torno al tipo denominado "Citrohan". Estandarización de la cubierta, de las ventanas, y contraste de una gran sala de estar en doble altura con pequeñas estancias. El segundo tipo de casa (doble) sigue la misma tesis pero de forma diferente. La gran sala es obtenida por la desaparición de tabiques móviles que solo se emplean de noche en una suerte de "sleeping car". De día la casa está abierta de un lado al otro constituyendo una gran sala, de noche todo lo relativo al sueño (camas, armarios) se hallan disponibles, pues estaban ocultos en bloque insertos en cada célula.



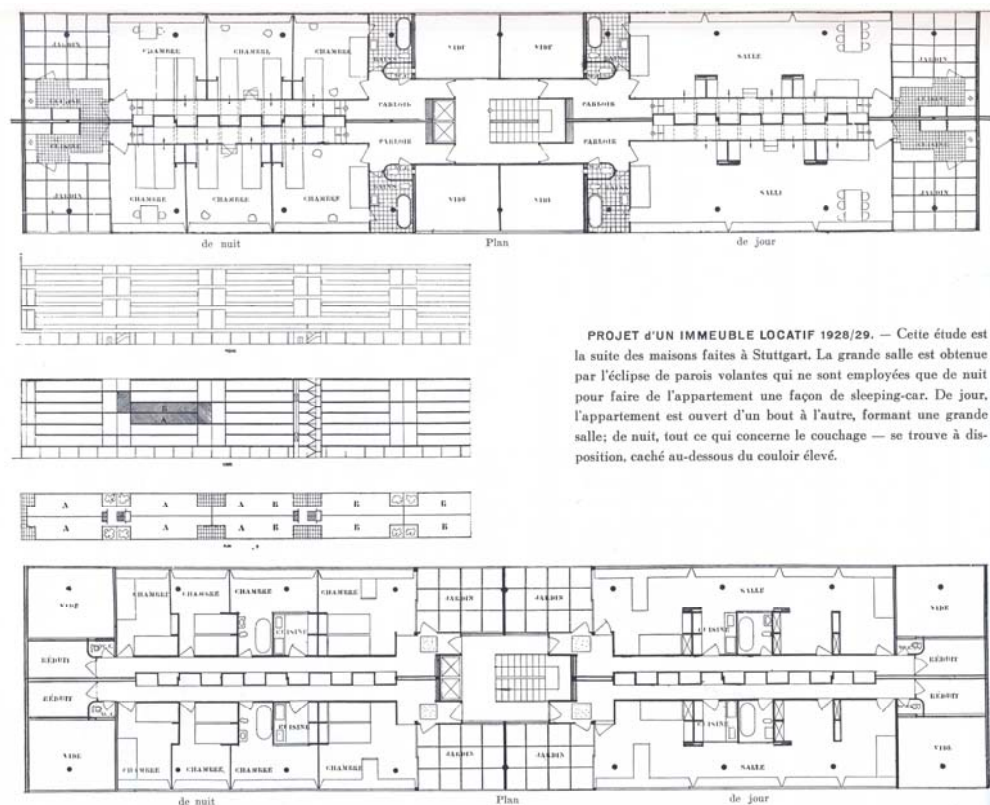
Le Corbusier. Casa para dos familias. Colonia de Weissenhof. Stuttgart, 1927

La casa de la izquierda (en el edificio de dos viviendas) tiene tres dormitorios y una superficie de 62,50m² al tener un pórtico más que la de la derecha de 50m². Los dormitorios están conectados por un pasillo de 70cm (similar al vagón de tren, donde cada día viajan miles de viajeros). En cada una de las celdas o cabinas se encuentra un mueble (donde se guarda la cama y la ropa) de 2m de ancho por 2,10m de alto. Tiene adosado una pared móvil de 2m de ancho y la misma altura que el armario colgada a través de una guía transversal a la habitación. Las puertas situadas entre los pilares y el ventanal corrido sirven para que haya doble circulación por la noche (cuando el espacio está compartimentado).

Las viviendas albergan en planta baja un almacén, despensa y lavadero, en planta de cubierta una biblioteca y la terraza. Ésta es una reproducción a pequeña escala de lo que debería ser para Le Corbusier un edificio residencial, viviendas ideales para colectivizar utilizando el trasatlántico como metáfora.

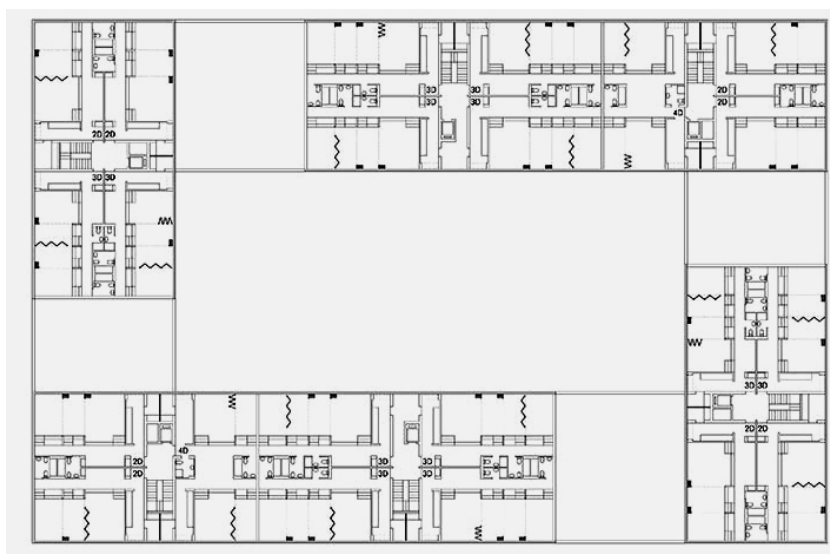
Le Corbusier vuela a insistir en este tema de la gran sala realizada por paredes desplegadas en su proyecto para un "Inmueble de alquiler". En él proyecta dos tipos de viviendas en las que existe una configuración para el día y otra para la noche. La gran sala de día se obtiene de repliegue de paredes correderas y todo el mobiliario de noche (camas) se encuentra debajo de un pasillo elevado.

Este mismo esquema, la coexistencia del pasillo elevado y los tabiques móviles entre las habitaciones, ha sido utilizado por Aranguren Gallegos en las 64 viviendas sociales en Carabanchel en 2004, como explicaremos más adelante.



Le Corbusier. Inmueble de “alquiler”

La doble circulación que permiten las viviendas de Carabanchel es una de las características principales de la vivienda burguesa antigua. Este tipo doméstico se caracterizaba por una serie de habitaciones enlazadas en paralelo a la circulación central del pasillo. Lo más habitual era el conjunto comedor-salón-dormitorio, aunque esta sucesión presentaba variaciones, en más o menos habitaciones, en función de la escala social y el tamaño de la vivienda, que solían estar comunicadas entre sí de forma directa, característica heredada del *enfilade* del palacio aristocrático.



Aranguren Gallegos. 64 viviendas sociales en Carabanchel, 2004



Viviendas en Carabanchel. Configuraciones de las viviendas durante el día y la noche

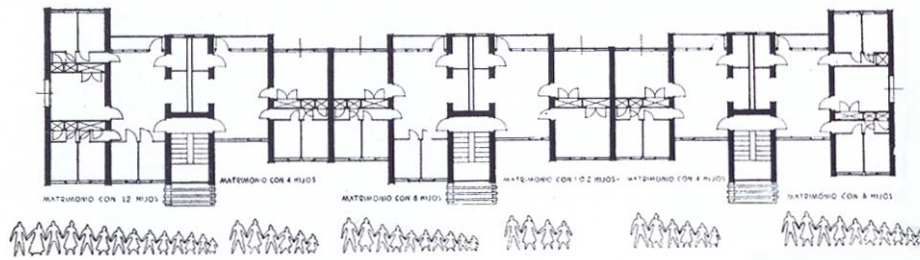
Esta sucesión de habitaciones permite una circulación complementaria, paralela al pasillo central, descargándolo de uso, simplificando las idas y venidas entre los cuartos y diversificando los recorridos. Además, el encadenamiento de cuartos ofrece una gran profundidad visual y mayor sensación de amplitud dentro de la vivienda. Finalmente, con el encadenamiento de espacios y la posibilidad de extender las actividades de uno a otro se aumenta la riqueza de uso del espacio, por oposición al concepto de salón cerrado y limitado, producto de la abstracción funcionalista.

En contra de esta postura se mostraba Fisac cuando diseñó las viviendas en cadena para el concurso de viviendas experimentales de 1949: *"... Prescindo de superponer las superficies destinadas a comer y convivir que a muchos pudieran parecer compatibles... Es del mayor interés respetar una pieza relativamente espaciosa en donde se vive: el living room de los ingleses, nuestra cocina de la casa rural; el hogar familiar en una palabra..."* (1)

(1) Cita en art. de Sambricio C.: Punto de inflexión 1946 – 1956: viviendas sociales para la clase media. Ciudad y territorio. Estudios territoriales, XLI (161-162) 2009.

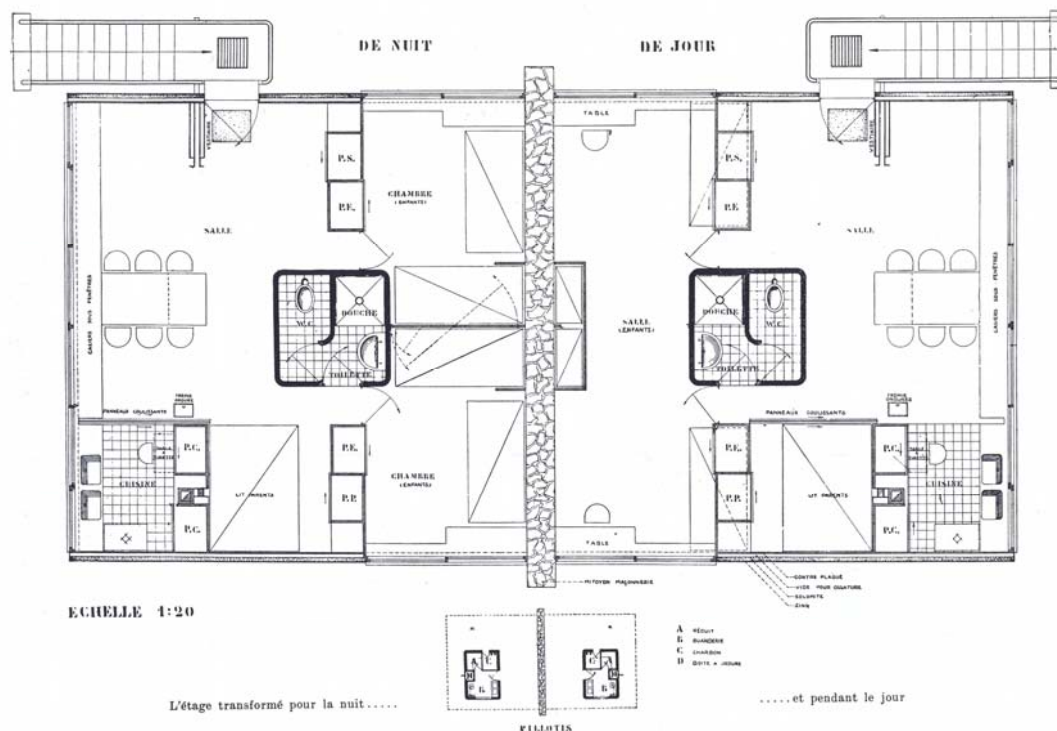
Fisac apuesta por el mínimo confort del espacio dedicado a la cocina, baño y estar, como algo no divisible y su propuesta tiene que ver más con la flexibilidad del tamaño de la

familia. Sus viviendas en cadena proponen un sistema de crecimiento del número de habitaciones a partir de una pieza de estar sin variantes.



Fisac. Viviendas en cadena. Concurso organizado por el COAM, 1950

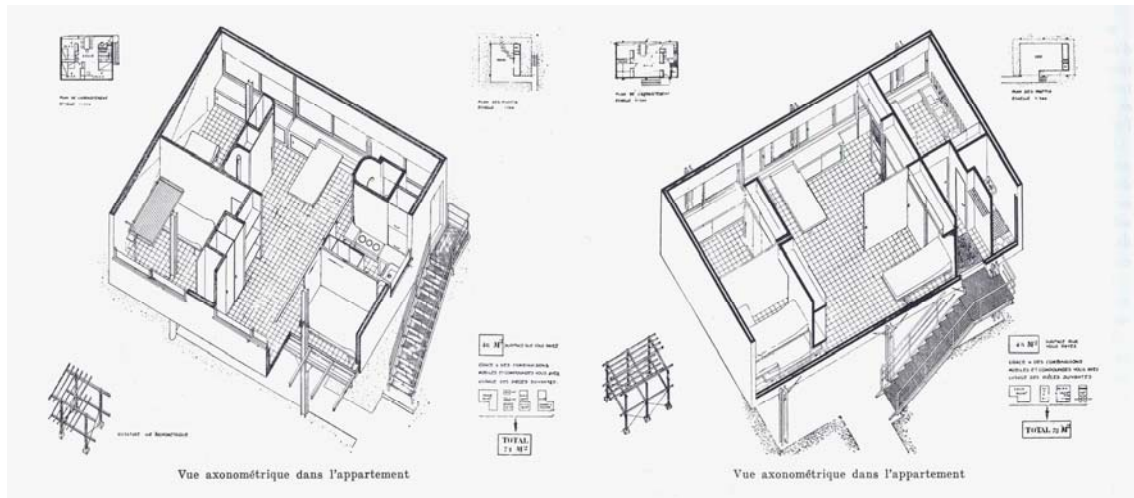
También sobre este mismo de la flexibilidad del espacio a través del cambio de forma de las estancias, Le Corbusier realizó las Maisons Loucheur (no construidas). El proyecto fue desarrollado en 1928/1929 tras la puesta en marcha de la “Loi Loucheur” en Francia para la construcción de un gran número de viviendas de bajo coste en un periodo de cinco años.



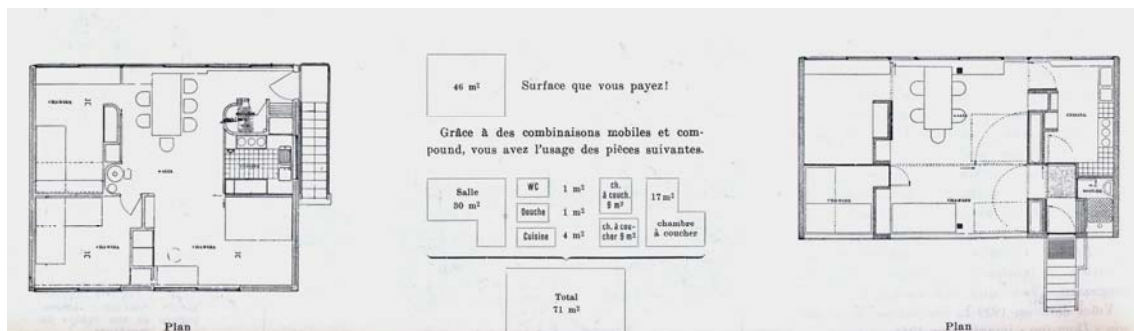
Le Corbusier. Maisons Loucheur, 1929

La vivienda es una gran condensación de ideas para sacar el máximo aprovechamiento y calidad al menor coste posible. Le Corbusier diseña una vivienda unifamiliar de 46 m² pareada con otra en un conjunto exento sobre pilotis, además de otros tipos exentos completamente. Esta vivienda tipo puede albergar hasta seis personas, dos por habitación, aunque existen otras tipologías para distintas ocupaciones. A diferencia del

proyecto para un “Inmueble en alquiler”, en este caso la superficie destinada a estar-comedor se mantiene invariable y no forma parte de los espacios flexibilizados, aunque sí es ampliable.



En cuanto al espacio, se optimiza el uso de dormitorio, donde hay espacio para que dos personas duerman en camas con sistemas para que giren sobre la pared y se pueda alternar su uso de día y de noche. El espacio principal de día ocupa la mayor superficie de la casa, mientras que la alternancia en los otros espacios permite también su uso más privativo. Una vivienda de poca superficie que abarca los programas de una vivienda mayor mediante la polivalencia de usos con una buena distribución en torno a un núcleo húmedo central.



En los cuadros de superficies que adjunta los dibujos Le Corbusier dice: “46m² ¡Superficie que usted compra! Gracias a las combinaciones móviles compuestas, usted usa las piezas siguientes: Salón 30m², wc 1m², ducha 1m², cocina 4m², dormitorio 9m², dormitorio 9m², dormitorio 17m² = Total 71m²”. (1)

(1) Le Corbusier: “Maisons Loucheur”, Oeuvre complète 1910-29, Les Editions d'Architecture, Zurich, 1985.

2. LA FAMILIA CAMBIANTE, ¿POR QUE BUSCAMOS LA FLEXIBILIDAD?

La vivienda funcionalista de la familia nuclear

La forma de la vivienda no depende tanto del clima, los materiales y las técnicas constructivas como de la naturaleza de las estructuras y las jerarquías sociales que las habitan. Así a mediados del siglo XX, el modelo de familia nuclear (formado por un padre, una madre y los hijos) es la que imperaba en España, y fue precisamente en torno a ella cuando se establecieron las bases que definen la forma y el uso de la vivienda social en nuestro país. Con el establecimiento del régimen franquista, la interpretación moral y religiosa de la familia adquirió gran protagonismo en la base de la vivienda social. Para la Falange la familia era el pilar del orden social; una forma “superior al individuo”, y la casa era la “cuna de la familia y altar de nuestras tradiciones”. (1)

(1) FET y de las JONS (1939) Doctrina e Historia de la Revolución nacional Española. Madrid: Servicio de Publicaciones de FET y de las JONS, p. 29. Citado por López Díaz, J. (2003) Vivienda social y Falange: ideario y construcción en la década de los 40. Scripta Nova, vol. VII, núm. 146(024)

Así desapareció la diversidad programática que las leyes de Casas Baratas de 1912 y 1922 habían introducido para enfrentar el problema de la vivienda. Si estas consideraban la creación de viviendas para personas solas, familias, agrupaciones de familias, personas en tránsito, casas de dormir, trabajadores provenientes del campo, etc., la forma de la vivienda social fijada por la nueva normativa no sólo responde al interés de mejorar las condiciones de salubridad y confort de las clases obreras, sino también a motivos ideológicos de índole moral y religiosa basadas en las nuevas directivas falangistas que enfocaron su interés en la vivienda familiar.

A esa idea de la familia monolítica nuclear le corresponde una vivienda formada por una serie concreta de espacios definidos por su uso y una concreta relación proporcional de tamaño. Las viviendas que construimos hoy son esencialmente iguales a aquellas y su diseño se basa aún, según la mayoría de las empresas públicas de vivienda y suelo que las promueven, en la normativa de VPO de 1969 (1), y que podemos básicamente resumir en una vivienda de tres dormitorios formado por un salón de 18m², una cocina de 7m², un dormitorio principal de 10m² y dos dormitorios dobles de 8m².

(1) Ministerio de Vivienda (1969), Ordenanzas Provisionales de Viviendas de Protección Oficial. Orden del 20 Mayo 1969, in Boletín Oficial del Estado, nº 123.

Este tipo de vivienda funcionalista, en que cada espacio está diseñado para albergar una función específica dentro del día a día de la familia, fue una idea alumbrada por la modernidad en el siglo XX y ha dominado casi por completo la construcción de vivienda colectiva desde principios del siglo pasado hasta ahora.

La crisis de la familia nuclear

La norma de 1969 sigue parcialmente vigente en nuestro país y en Andalucía está modificada por la Junta de Andalucía (1) desde 2008 (básicamente solo cambia que el dormitorio de padres pasa a tener 12m²), por lo que se mantiene su gran carga ideológica. La idea de que sólo la familia nuclear puede garantizar las funciones antes citadas ha sido matizada por cambios como: el aumento de parejas sin hijos, la aceptación del matrimonio homosexual, la ley del divorcio o la incorporación de la mujer al trabajo. Entender la evolución que están experimentando los grupos familiares en España es de vital importancia para comprender los problemas que se presentan en la vivienda. Tanto los cambios en la composición de la población (el envejecimiento de las familias, la inyección demográfica causada por la inmigración), como la evolución de la sociedad (que ha supuesto el incremento de los hogares formados por una sola persona y el de aquéllos compuestos por más de un núcleo familiar) o las transformaciones culturales (como el incremento de la utilización de la vivienda como espacio productivo y como espacio de ocio propiciado por el impacto de las nuevas tecnologías) son ejemplos que muestran la constante necesidad de cambio en el espacio doméstico.(2)

(1) ORDEN de 21 de julio de 2008, sobre normativa técnica de diseño y calidad aplicable a las viviendas protegidas en la Comunidad Autónoma de Andalucía y se agilizan los procedimientos establecidos para otorgar las Calificaciones de Vivienda Protegidas. Consejería de Vivienda y Territorio. Junta de Andalucía.

(2) Leal Maldonado, J.: Cortés Alcalá, L. (1995). *La dimensión de la ciudad*, Madrid: CIS, Siglo XXI

La cuestión hoy no es si debemos mantener la confianza moderna en que a cada tipo de familia le corresponde un tipo de casa, sino si es realmente posible tipificar la familia contemporánea. Lo que en la época de Le Corbusier comenzó como una búsqueda apasionada (*“estudiar la casa para el hombre corriente consiste en reencontrar las bases humanas, la escala humana, la necesidad-tipo, la función-tipo, la emoción-tipo”*) (1), resulta hoy cada vez más difícil e inapropiado, debido al proceso de individualización que sufre nuestra sociedad.

(1) Le Corbusier. *Vers une architecture* (1995, original de 1923).

La crisis de la vivienda tipo funcionalista

Ha habido intentos por parte de las promotoras tanto públicas como privadas de adaptarse a estos cambios, y en la mayoría de los casos la búsqueda se ha limitado a realizar promociones en los que se reduce el número de habitaciones, los espacios de circulación y los espacios privados exteriores como terrazas y balcones. Se dirigen igualmente a familias estructuradas tradicionalmente pero con un menor número de hijos. El cambio de la sociedad no solo se trata de una reducción del tamaño de la familia o aumento del número de solteros sino que también afecta a las diferentes estancias de

la casa para la familia nuclear: Por ejemplo el salón se establecía como el lugar central de la familia y de la vida en común que acogía las actividades diurnas. La inclusión generalizada de equipos de audio y vídeo o terminales informáticos en cada dormitorio, equipara el valor estancial de los mismos al del salón, y genera un ambiente de aislamiento entre los miembros del grupo. La cocina, antes un lugar opaco, ha desplazado en muchos hogares al salón como espacio para las reuniones o el encuentro casual, y ha contribuido a la desaparición del comedor como una estancia independiente, asociada en su origen burgués a la existencia de servicio doméstico. (1)

(1) Putnam, T. Postmodern Home Life. En Cieraad, I. (Ed.) (2006). *At Home; an Anthropology of Domestic Space*. New York: Syracuse University Press.

Las primeras voces específicamente en contra de la vivienda-tipo se habían levantado ya a mediados del pasado siglo. Arquitectos como Yona Friedman, quien consideraba que *"el usuario medio no existe; en lugar de satisfacer las necesidades del usuario real satisfacemos las del que no existe"* (1), o John Habraken, autor en 1961 del libro 'Soportes: una alternativa al alojamiento de masas', un conocido alegato en contra de la industria de la vivienda tal como estaba planteada y por la devolución de poder al usuario, advertían sobre la inoperatividad del modelo establecido.

(1) Friedman, Y. (1973) *Hacia una arquitectura científica* (Pour une architecture scientifique, 1972). Madrid: Alianza.

3. EN BUSCA DEL CONCEPTO "FLEXIBLE"

En busca de la flexibilidad

Se puede entender la flexibilidad como la capacidad de un espacio doméstico de albergar diversos modos de vida. Las viviendas flexibles son aquellas capaces de adaptarse, tanto simultáneamente como a lo largo del tiempo, a los hábitos diversos de sus habitantes. Se les ha llamado a éstas también: adaptables, evolutivas, abiertas, polivalentes, versátiles o elásticas. Podemos citar a Gropius como uno de los primeros ejemplos del empleo de la palabra flexibilidad al principio de los años cincuenta: *"(...) que el arquitecto debería concebir edificios no como monumentos, sino como recipientes del discurrir de la vida a la que tienen que servir, y que esta concepción debería ser suficientemente flexible para crear una base adecuada que absorba las contingencias de la vida moderna"* (1). Sin embargo, ni Mies van der Rohe, ni Le Corbusier utilizaron un término específico para describir la flexibilidad de sus proyectos en la Weissenhofsiedlung de Stuttgart, hoy considerados modelos pioneros de vivienda flexible.

(1) Gropius, W. (1954): Eight steps towards a solid architecture, reprinted in Ockman (Ed.), *Architecture Culture*

El florecimiento de la clase media tras las guerras mundiales a través de las políticas europeas del bienestar, así como la imposición del modelo burgués de vida a las clases trabajadoras impulsó a las instituciones públicas a la adopción de un tipo de vivienda de talla mediana cuyo tamaño está estrechamente relacionado a la idea de la flexibilidad. En una sociedad donde impera la desigualdad, los modelos domésticos dominantes se concentran por un lado en torno a grandes casas burguesas donde la flexibilidad es un atributo obvio, inherente a la gran cantidad de espacio disponible, y por otro lado en torno a viviendas humildes, donde familias enteras comparten uno o dos cuartos a lo sumo y donde la escasez de espacio hace de la flexibilidad una cualidad rutinaria. Es decir, la flexibilidad es un concepto propio de las viviendas de talla media.

Por otra parte, el estado de bienestar con la sociedad de consumo induce a la ciudadanía a una cierta idea de libertad individual, de posibilidad de desarrollo personal y es el germen del proceso de individualismo en el la casa se convierte en el rincón más íntimo de la arquitectura. También las grandes migraciones son causas para abundar en la flexibilidad. La mezcla de estilos de vida puede verse claramente en el dibujo de Le Corbusier para el Plan Obús de Argelia, en el que unidades de vivienda insertas en la superestructura (precursora de los soportes de Habraken) pueden adoptar distintas formas acordes con el carácter de los usuarios: Terrazas modernas mezcladas junto a otras de estilo oriental.

Cambiar la forma del espacio doméstico

El término flexibilidad en la vivienda podría tener sinónimos utilizados por otros autores para referirse siempre a esa posibilidad de cambiar de forma: variabilidad, evolutividad, transformación. Pero si introducimos el concepto del tiempo, las viviendas, que disponen de espacios que pueden adaptarse a diferentes usos cambiando la forma física del espacio y éstos son reversibles a corto plazo y dependen de los ciclos de actividad diarios, son denominadas de “variabilidad reversible” según Werner (1). O también son llamados de “versatilidad de forma instantánea” como Pablo Fernández Lorenzo en su tesis doctoral (2).

(1) Werner, J. (1993) Adaptaciones cotidianas, *Quaderns*, 202.

(2) Fernández Lorenzo, P.: (2013) *La casa abierta: hacia una vivienda variable y sostenible concebida como si el habitante importara*. Tesis doctoral bajo la dirección de Alberto Campo Baeza y Alberto Morell Sixto. Universidad Politécnica de Madrid

El término “elasticidad” estaría relacionada con los cambios producidos por aumento o disminución de superficie, según la necesidad de los usuarios y la palabra “evolutividad” sería la suma de los dos conceptos anteriores: cambios físicos en su interior y también en su perímetro cambiando de tamaño.

Cambiar el uso del espacio doméstico

La capacidad de adaptación de los espacios de la casa a distintos usos ha sido denominada preferentemente por el término “adaptabilidad”. Esta propiedad se refiere exclusivamente al cambio en el uso, y excluye la transformación formal de los espacios. Se refiere a viviendas en las cuales sus espacios no están jerarquizados. Son viviendas de planta neutra. A esta cualidad también se le puede llamar polivalencia, según la escuela holandesa, o bien indeterminación, según Fernández Lorenzo.

Cambios de forma y de uso del espacio doméstico

También se puede considerar la flexibilidad como la capacidad de permitir a los usuarios cierta diversidad en las maneras de ocupar o utilizar su vivienda, ya sea mediante cambios físicos o cambios en el uso de sus espacios. Habraken y Mignucci trabajan con esta idea. Es una flexibilidad en la que los cambios de forma o de uso se producen “a través del tiempo”. Esta misma idea es la que considera Fernández Lorenzo bajo la denominación “casa abierta”.

Esta posibilidad de introducir cambios de forma o uso en la casa, ha de ser por medio de sistemas constructivos modulares, prefabricados o no, o en los que se independice la “estructura” del “relleno”.

Es una concepción industrializada de la vivienda flexible que se resiste aún hoy día en ciertos ámbitos (1), pero es la que interesa en esta tesis doctoral y en la que se basará la formación del prototipo final.

(1) El curso de formación de la ETSAM *Flexible Housing*, dirigido por el profesor Luis A. Gutiérrez Cabrero, basa su contenido en las teorías del Team X, el SAR holandés y los sistemas de construcción por componentes compatibles.

Sobre el funcionalismo

De todas estas definiciones sobre flexibilidad, hay corrientes que están más próximas a entenderlas desde una óptica funcionalista, que tendría una gran relación con la concepción maquinista de la casa del Movimiento Moderno, una flexibilidad entendida desde la industrialización e incluso prefabricación, en la que el interés por los nuevos modos de habitar superan a los modelos tradicionales. La vivienda es descompuesta en una serie de usos objetivos y éstos son diseñados de forma infalible: se analiza cada espacio doméstico desde el punto de vista de las funciones que puede albergar y se dibuja exactamente la cantidad de superficie, el mobiliario y la posición de la casa que éste necesita. Este planteamiento mecanicista de inspiración fabril fue criticado por el Team X, más tarde por Koolhaas para señalar que “la flexibilidad no es la anticipación exhaustiva

de todos los cambios posibles. Muchos cambios son impredecibles. (...) La flexibilidad es la creación de un amplio margen que permita diferentes e incluso opuestas interpretaciones y usos". (1)

(1) Koolhaas, Rem; Mau, Bruce (1995): "Modern architecture is based on a deterministic coincidence between form and program, its purpose a literal inventory of all the details of daily life". S, M, L, XL. New York: Monacelli Press.

La segunda de las corrientes, utilizada por Paricio y Koolhaas, acepta la introducción de lo desconocido o lo inesperado en el diseño de la casa. Esta concepción libertaria de la flexibilidad ya la encontramos en Mies cuando diseñó las viviendas de la Weissenhofsiedlung. (1)

(1) Mies remarcaba que si sólo la cocina y el baño son fijos, debido a sus sistemas específicos de instalaciones, y el resto de la superficie habitable se divide con tabiques móviles, entonces todas las demandas espaciales de los diversos tipos de usuarios podrían ser cubiertas. Neumeyer, F. (1994), Mies van der Rohe on the *Building Art*, Cambridge (USA): MIT Press

En una posición intermedia es la que encontramos en la teoría de los soportes de Habraken. En ella se estudian funcionalmente todas las posibilidades funcionales de la casa, incluso con los amueblamientos, pero siempre existe una gran libertad de posibles configuraciones no siempre impuestas por el arquitecto.

El término *hard use* hace referencia a espacios que se habitan estrictamente en la manera dispuesta por el arquitecto y *soft use* a espacios más indeterminados donde el arquitecto cede su control y su organización a lo largo del tiempo a los usuarios.

La emergencia del hogar

Podemos definir el hogar como un sistema de elementos formado por los espacios de la vivienda y los usuarios que la habitan, que evolucionan y se relacionan entre sí de acuerdo con un conjunto de condicionantes culturales, temporales y económicos. Un hogar tiene un "comportamiento emergente" a partir de las premisas iniciales cuando el grupo de habitantes que forman parte de él cambia o se organiza espontáneamente de manera propia dando lugar a nuevas formas de disponer y utilizar el espacio.

La emergencia se produce frecuentemente en el ámbito doméstico, gracias a factores culturales como la convivencia intergeneracional o la presencia de inmigrantes; factores sociales como la posibilidad de trabajar en casa o de utilizar en mayor o menor medida los espacios comunes del edificio; y factores familiares como los cambios en la composición del grupo (abuelos, hijos y divorcios), que se suceden inexorablemente a través del tiempo.

Una característica de las viviendas funcionalistas es que a través de ellas el arquitecto (y a través de él, el sistema que establece las normativas de diseño) proyecta un fuerte control sobre la vida de los habitantes. Al controlar las posibilidades de uso y organización del espacio de la casa, las viviendas funcionalistas se prestan a ambiciones

diseñadas bajo un guion. La vivienda tipo definida por la normativa está diseñada de acuerdo a unos parámetros concretos para que un tipo de familia media viva en ella de una manera predefinida. La normativa facilita enormemente la tarea de control y gestión de los múltiples elementos que conforman el proceso de promoción, diseño y construcción del alojamiento. La vivienda normativa y la vivienda funcionalista fijan un escenario en el que se representa una forma de vida.

También la vivienda flexible profuncionalista se ajusta a este esquema, en el que el arquitecto predefine todas las posibles variaciones que pueden existir dentro del espacio doméstico, de acuerdo a una serie de rutinas y actividades previstas durante la fase de proyecto.

Sin embargo, en un hogar previsto para la aparición de comportamientos emergentes el objetivo del arquitecto es construir una vivienda capaz de evolucionar para adaptarse a los posibles cambios, generalmente imprevisibles, que tendrán lugar durante su uso por parte de los habitantes. El arquitecto tiene la posibilidad de superponer y combinar la ventaja de la existencia de estas “normativas” y los procesos estandarizados de construcción, con la posibilidad de dotar de “poder” a los usuarios a la hora de determinar los usos y la forma de sus viviendas, pudiendo cambiarlas según sus intereses propios.

Flexibilidad y emergencia

Agántelo Soler Montellano en su tesis doctoral llamada “Flexibilidad y Polivalencia, modelos de libertad para la vivienda social en España” escrita en 2015, establece dos modelos de flexibilidad sobre las viviendas. Al primero lo denomina “flexibilidad” y es la capacidad de transformar con inmediatez un espacio (generalmente previsto por el arquitecto), y al segundo lo denomina “polivalencia” y es la capacidad de un espacio doméstico de acoger cómodamente distintos usos y actividades no necesariamente previstos por el arquitecto. Con estas dos definiciones propone dos estrategias de diseño para dar respuesta a los procesos emergentes que ocurren en el hogar. Sin embargo deja fuera de las estrategias aquellas en las que podemos tener una distribución “a la carta” dentro de las plantas libres como la utilizada por Mies en la Weissenhofsiedlung de Stuttgart, aduciendo que para posteriormente conseguir otra forma de vida en el hogar es necesario realizar reformas en casa e interrumpir la vida en ella. Argumenta que este tipo de viviendas “a la carta” solo ofrecen “poder” a la primera generación de usuarios y que para los sucesivos inquilinos no ofrece ninguna ventaja. De este modo, a juicio de Soler Montellano, los proyectos que siguen la filosofía de Habraken y el movimiento Open

Building, que están formados por soportes y unidades separables no entrarían en la categoría de vivienda flexible.

Nuestra tesis no está de acuerdo con esta argumentación y propondrá sistemas basados en la teoría de los soportes de Habraken en los que sí es posible considerar flexibilidad a las futuras redistribuciones de tabiquerías pensadas por los usuarios en función de sus demandas emergentes siempre y cuando el arquitecto establezca un guion abierto con diferentes posibilidades y los medios constructivos adecuados. Para ello hay que diseñar una caja o soporte que contenga todos los dispositivos estables en el tiempo y el relleno se limitará a simples particiones ligeras atornilladas (sin instalaciones) de “quita y pon” como si de tabiques correderos se tratase. Nuestro concepto de flexibilidad y la que proponemos como más efectiva para la vida de una vivienda es la basada en el *soft use*, más en la línea de Koolhaas: una vivienda con un margen para acoger acontecimientos sobrevenidos en la casa.

Por tanto, los conceptos de flexibilidad y polivalencia en la vivienda colectiva adquieren su significado como estrategias de diseño bajo un contexto claro: el del funcionalismo institucionalizado, el de la vivienda-tipo para la familia media, y el de la construcción en serie por medio de sistemas industriales estandarizados. Si además éstos pueden ser prefabricados, se trata de un valor añadido, que reduce costes, tiempos de ejecución y ofrece mayor calidad de acabados.

4. LA FLEXIBILIDAD DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR

La vivienda en nuestros días se concibe como un conjunto de espacios interrelacionados que debe resolver las distintas necesidades de sus usuarios. Pero la vivienda hoy ha reducido sus dimensiones, por lo que los espacios terminan asumiendo distintas funciones. Ahí tienen cabida las distintas formas de flexibilidad que pueda ofrecer la vivienda, para adaptarse a los requisitos y condiciones variables que aparezcan. Hay que tener en cuenta que las prioridades y demandas de las personas cambian a medida que avanzamos en edad o posición, o cambian las unidades de convivencia.

Excepto algunos ejemplos de casas proyectadas atendiendo a las necesidades de un cliente concreto (como la casa Schröder), se presentan viviendas que pretenden llegar a un público general, y que ofrecen entre sus valores la posibilidad de flexibilizar su configuración o su uso.

Configuración física y flexibilidad de uso

Cuando establece los 'principios' de su Diseño de soportes (1), Habraken hace una clasificación con los cambios posibles dentro de una unidad de vivienda:

- * Primero, cada unidad de vivienda en un soporte debe permitir un número de diferentes distribuciones.
- * Segundo, ha de ser posible cambiar la superficie de la planta, bien por construcción adicional o por cambio de los límites de las unidades dentro del soporte
- * En tercer lugar, los soportes o partes de un soporte tienen que ser adaptables a funciones no residenciales.

(1) Habraken, NJ. Los soportes como problema de diseño, en El diseño de soportes. Ed. GG, 2000 (primera edición 1974, en castellano 1979)

Cambios de distribución

Cuando la vivienda tiene posibilidad de adaptarse a cambios de uso o configuración de los espacios interiores. Distinguimos tres estrategias de proyecto:

1. La posibilidad de cambios inmediatos y reversibles, con elementos móviles. Se puede llamar 'versatilidad' (según Pablo Fernández Lorenzo en su Tesis 'La casa abierta')

Versatilidad: Una vivienda es versátil cuando es capaz de responder a las demandas instantáneas de sus usuarios en relación a la configuración de sus diferentes espacios interiores. Un hábitat versátil permite a sus habitantes transformar al momento su espacio interior

2. La planta indeterminada, que admite distintos usos.

Un espacio indeterminado está abierto a la interpretación de los usuarios. La indeterminación supone una intencionada falta de definición en los usos asociados a los diferentes espacios interiores; supone una apropiación creativa

Cambios inmediatos

Con particiones móviles o cambiando la disposición de mobiliario. Ejemplos paradigmáticos y pioneros de esta estrategia para flexibilizar el uso de las viviendas son la casa Schröder de Rietveld 1914, y una de las casas de Le Corbusier para la colonia Weissenhof de Stuttgart 1927, ambos ya estudiados. La estrategia sigue vigente hoy, con un enfoque más tecnificado. El Prototipo Ikaros, presentado por la Universidad de Ciencias Aplicadas de Rosenheim a la competición Solar Decathlon Europe 2010, plantea un interior muy versátil. Para un uso óptimo del espacio (la vivienda tiene una superficie construida de 74 metros cuadrados según bases del concurso), se usan la flexibilidad y la polivalencia de los muebles en el diseño de los interiores. La superficie se puede usar de forma alternativa, gracias a un muro-mueble deslizante que permite configurar un espacio para dormir o trabajar; si ninguno de estos usos está teniendo lugar, el espacio

se incorpora al estar. También la cocina y la mesa de comedor pueden recogerse en un mueble cerrado.



Prototipo Ikaros. Opciones distribución y algunas imágenes interiores. Fuente <http://solar-decathlon.fh-rosenheim.de/solarhaus>

- Opción 1: estar abierto - terraza al norte, bloque de cocina como un monolito
- Opción 2: comedor con mesa para 8 personas - terraza al norte, y lugar de trabajo
- Opción 3: cama supletoria - terraza cerrada norte, mesa de comedor para 4, dormitorio

Planta indeterminada

Admite distintos usos, casos de planta libre tipo 'loft' o espacios polivalentes. Idea del 'proyecto inacabado', porque la configuración final de la vivienda requiere de la participación activa de los habitantes en su distribución. Según Monteys y Fuertes: *"Sin que sirva para negar que existe una necesidad real de viviendas diversas, este planteamiento puede ayudar a entender que una manera de resolver muchos de estos casos puede ser fomentar la ambigüedad de las piezas de la casa, incidiendo en su tamaño, en la posición que ocupan o en la relación que guardan entre sí"* (1)

(1) Monteys y Fuertes. Casa collage

El paradigma de los espacios indeterminados es el 'loft' (1). Los 'loft' nacieron en Nueva York en los años 40 como una forma no autorizada de ocupar espacios industriales abandonados, pero se extendieron como práctica y llegaron a Europa en los 60. Las construcciones del SoHo tenían entre 9 y 15 metros de ancho, una profundidad de más

de 22 metros, y una altura libre de más de 3,5 metros. Los loft eran un contenedor neutro de espacios generosos, indeterminados.

(1) Fernández Lorenzo, pablo. La casa abierta. Tesis doctoral



The Factory, el loft de Andy Warhol en el SoHo de Nueva York. Imagen de Stephen Shore 1965-7

The Factory fue un lugar de encuentro creativo donde se solapaban la producción de serigrafías, el rodaje de películas, los ensayos de la Velvet Underground, y escandalosas fiestas llenas de sexo y drogas.



Case Study House n°8. Charles & Ray Eames 1945

Interés por humanizar el detalle, contra la percepción general de que las estructuras prefabricadas son frías e impersonales

Herman Hertzberger, como otros arquitectos de su generación como los Smithsons, se interesaron por esta cualidad de los espacios indeterminados. En 1963 en relación a lo que él definía como 'espacio polivalente': "Lo que debemos buscar, en lugar de prototipos que son interpretaciones colectivas de pautas individuales vivientes, son prototipos que posibiliten interpretaciones individuales de pautas colectivas"(1). Un ejercicio son sus Casas Diagoon en Delft (Holanda) 1967-70. (2)

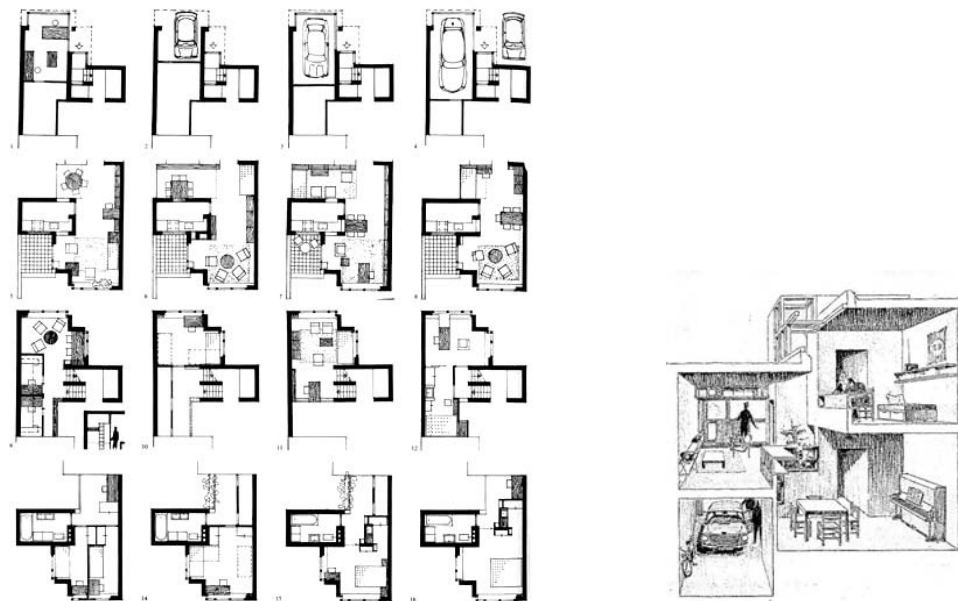
Las viviendas ofrecen la estructura, pero dejan espacio para la apropiación del usuario en relación al número de habitaciones, distribuciones y usos funcionales. Se disponen dos núcleos fijos, uno con la escalera y el otro con la cocina y el baño en diferentes niveles, con forjados a cuatro niveles con semi-alturas; en cada nivel el usuario puede introducir particiones para organizar el espacio a su gusto. También en el exterior, las terrazas y los

patios pueden apropiarse y ser utilizados de distintas maneras; la fachada es un marco estándar que puede ser opaco con paneles o acristalado.

A pesar de su apertura y flexibilidad, las Casas Diagoon no son sólo edificios neutrales que ofrecen un número infinito de opciones, sino que proporcionan un marco de indicaciones sobre las posibilidades de disposición espacial que existen. Con un planteamiento próximo a la teoría de soportes de Habraken, Hertzberger ilustra las posibilidades de los espacios a través de diagramas, indicando las posibilidades inherentes a la casa.

(1) Frampton, K. Historia crítica de la arquitectura moderna.

(2) <http://masqueunacasa.org/es/experiencias/diagoon-houses> <http://www.diagoonwoningdelft.nl>



Casas Diagoon. Algunas distribuciones posibles, y sección (espacios a diferentes niveles, con posibilidad de relacionarse)

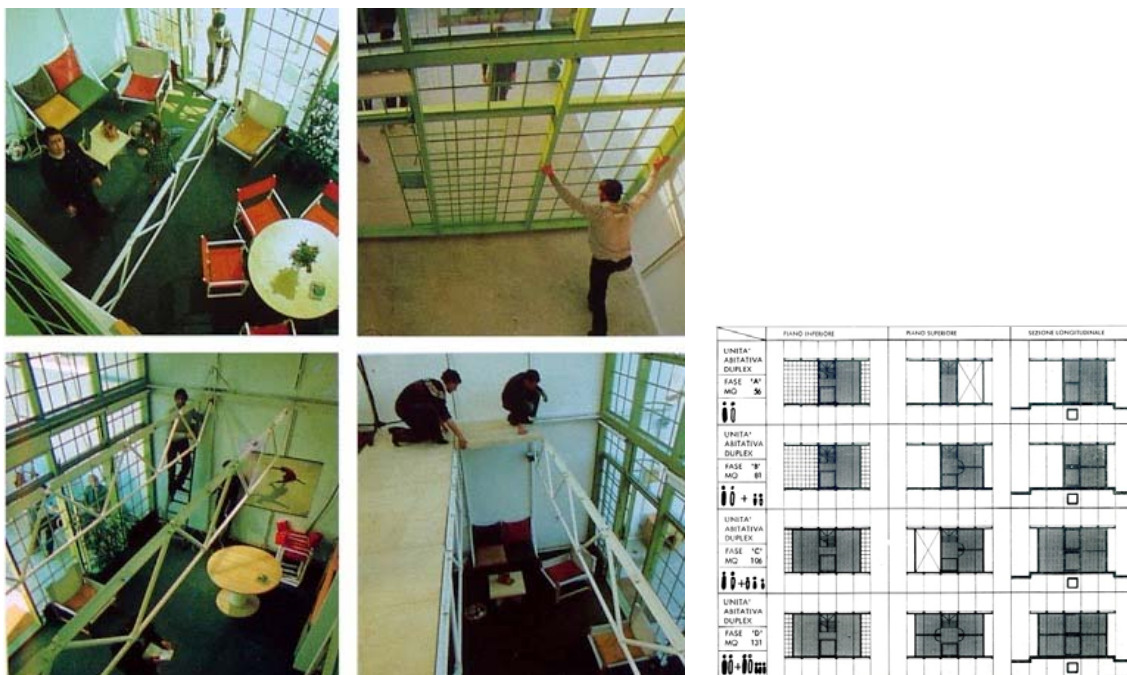
Cambios de superficie habitable

La casa que debe crecer en el tiempo, por circunstancias diversas, es tan antigua como la propia historia de la arquitectura doméstica; son estrategias relacionadas con la 'perfectibilidad'.

1. Ampliación superficie habitable dentro de un volumen máximo previsto
2. Ampliación de superficie ocupada a partir de núcleo inicial por agregación de módulos independientes, en continuidad con el núcleo o no
3. Estrategia intermedia de 'permeabilidad' (en una vivienda permeable es posible variar la relación entre el espacio interior y el entorno exterior, alterando la envolvente que media entre lo interno y lo externo, o modificando la situación relativa del interior respecto al exterior circundante)

Ampliación superficie dentro de contenedor inicial

Viviendas en Corciano, Perugia (Italia) 1978-82, de Renzo Piano (1). Piano desarrolla estas viviendas después de un ensayo anterior de viviendas indeterminadas (4 viviendas unifamiliares en Cusago, Milán, 1972-74) a partir de su idea de 'Casa evolutiva', donde poder cambiar el volumen habitable y aumentar la superficie del espacio disponible a partir de un núcleo inicial con intervenciones simples, sin necesidad de mano de obra especializada, dentro de una carcasa fija de soporte. El objetivo era lograr una vivienda industrializada de producción masiva (aunque solo se construyó un prototipo) donde sus habitantes dispusieran de total libertad para organizar los interiores, según su evolución personal.



Vivienda en Corciano, Renzo Piano 1982. Proceso de ampliación de superficie, y esquemas de distribución

Cada vivienda se desarrolla dentro de un cajón de hormigón armado de 6x6 metros interiores y 12 metros de longitud, que podía además ser apilado. La parte central del cajón se destina a las zonas húmedas y elementos de comunicación de la casa, mientras que los dos extremos de la vivienda carecen de uso determinado abarcando, en la situación inicial, toda la altura del cajón. En estos espacios de los extremos los habitantes pueden situar los usos que deseen, en sus 6m de altura, pero también pueden montar y desmontar, con gran facilidad, un forjado intermedio a media altura. Disponen para ello de unas ligeras vigas metálicas, unos paneles de suelo y unos tabiques desmontables capaces de delimitar las estancias que necesiten.

Pero los propios habitantes pueden también, de modo paralelo, desplazar las fachadas acristaladas, haciéndolas deslizar por el cajón. Con estos dos mecanismos de

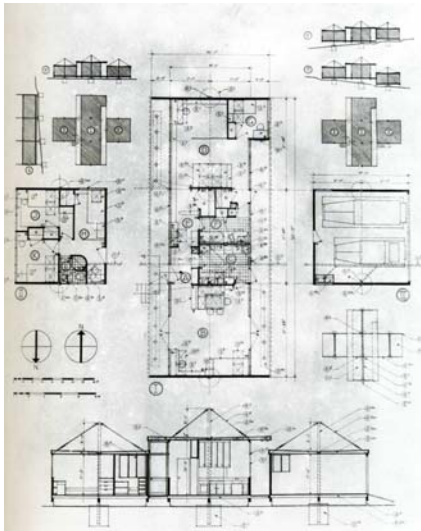
manipulación los propios habitantes pueden modificar, moviendo la fachada y montando o desmontando los forjados intermedios, tanto el volumen como la superficie de su vivienda, pudiendo esta última oscilar entre los 50 y 120m².

(1) Fernández Lorenzo, Pablo. TD 'La casa abierta', UPM 2012

Ampliación de superficie por agregación de módulos

Ampliación por agregación de módulos, en continuidad o no con el núcleo inicial. Hay una primera estrategia que permite hacer crecer las viviendas a partir de un núcleo inicial, con espacios anexos complementarios en continuidad con el núcleo inicial.

Richard Neutra ya usa este mecanismo de crecimiento a partir de un núcleo original mínimo en 1925, en su proyecto Diatom, en el que también plantea novedades destacables en cuanto al planteamiento de la estructura y construcción de los módulos (ver 'industrialización')



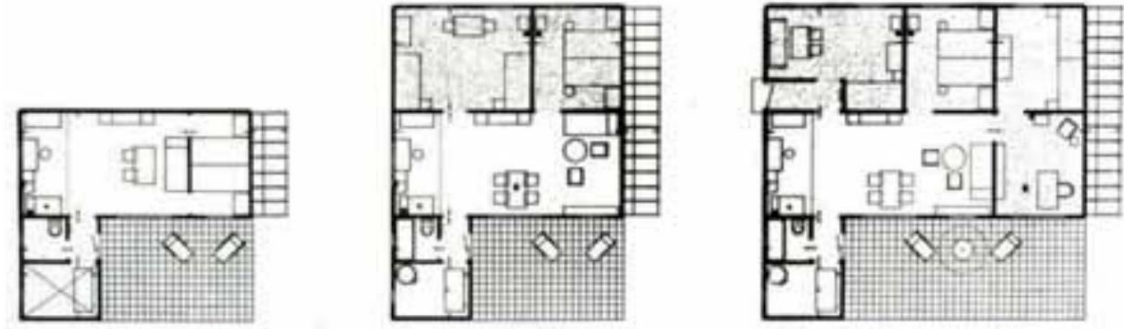
Casa Diatom I, Richard Neutra 1925, planos y detalles constructivos

El volumen básico de esta casa resulta de la adición de tres de estos módulos cuadrados de 5,4 metros en sentido norte-sur. El módulo central tiene una serie de compartimentos que engloban la cocina y el baño prefabricados, los accesos y unos servicios auxiliares; a un lado está el dormitorio, con una zona de estudio; y en el otro extremo, el estar-comedor. La estructura permite cerramientos independientes; los laterales cortos se cierran con muros ciegos y los longitudinales están acristalados e incluyen voladizos. Con el tiempo se añadirían otros dos módulos de menor altura, uno con hasta tres dormitorios y el otro para garaje, que se incorporaban a un lado y otro del sector central para formar una planta en cruz. (1)

(1) Martín Hernández, Manuel. La casa en la arquitectura moderna. Reverté 2014, p.319

También lo plantea Walter Gropius, en sus casas con revestimiento de cobre para la fábrica Hirsch de 1931. Se trata de un sistema de prefabricación de una vivienda ampliable y desmontable, con estructura de madera en la que las partes prefabricadas se fijan in situ. (1)

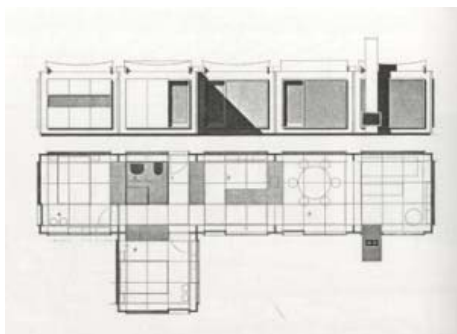
(1) Berdini, Paolo. Walter Gropius. GG Estudiopaperback, 1986



Casa Hirsch, plantas con las posibles ampliaciones

El mismo esquema de crecimiento en continuidad usan Arne Jacobsen, C. Than y K. Vindum en su modelo Kubeflex (1), en 1971. La vivienda está formada por unidades modulares prefabricadas, que se agrupan añadiendo nuevos módulos a un elemento básico en las cuatro direcciones. Se basa en la idea de arquitectura económica y flexible que tiene la posibilidad de crecer y cambiar de acuerdo con las necesidades del usuario. La unidad básica es un cubo prefabricado de 3,36 x 3,36 metros formado sobre la base de un módulo cuadrado consistente en un marco estructural de madera laminada con módulos de suelo y techo. Cada elemento tiene la posibilidad de utilizar diferentes componentes como cerramiento exterior; la planta del módulo responde a una retícula de 0,90 metros, retícula a la que también responden los paneles de cerramiento que están modulados con piezas de 0,90 x 2,00 metros.

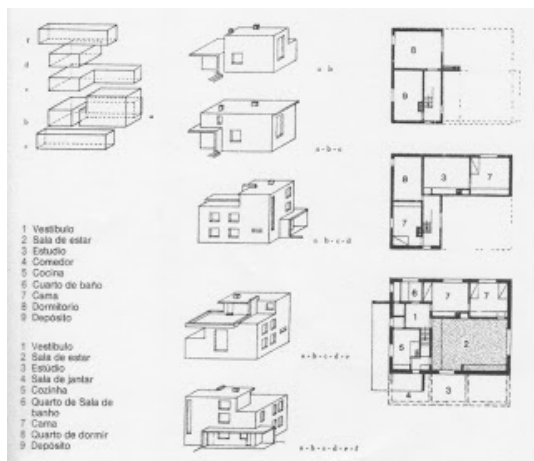
(1) TD Fernández Lorenzo, Pablo



Kubeflex, planta e imagen de conjunto

También hay algunos intentos de crecimiento por agregación de módulos en altura, con apilamiento. Como el proyecto de Walter Gropius y Adolf Meyer en 1923 Baukasten im Großen ('módulo de gran tamaño'). El proyecto fue desarrollado en la Bauhaus mientras ambos ejercían como docentes, y a pesar de no haber sido construido se trata de un proyecto de gran importancia porque fue la semilla de su fascinación por la prefabricación. El modelo consiste en una serie de 6 módulos diferentes estandarizados, rectos y de formas cúbicas, que permiten la combinación para el diseño del habitáculo según el número de residentes y sus necesidades concretas. Se busca la máxima estandarización posible para bajar los costes, y la máxima variedad en la vivienda (1); el sistema permite una gran flexibilidad en su disposición, creando diferentes estructuras como un juego de construcciones.

(1) Berdini, Paolo. Walter Gropius. GG Studiopaperback, 1986



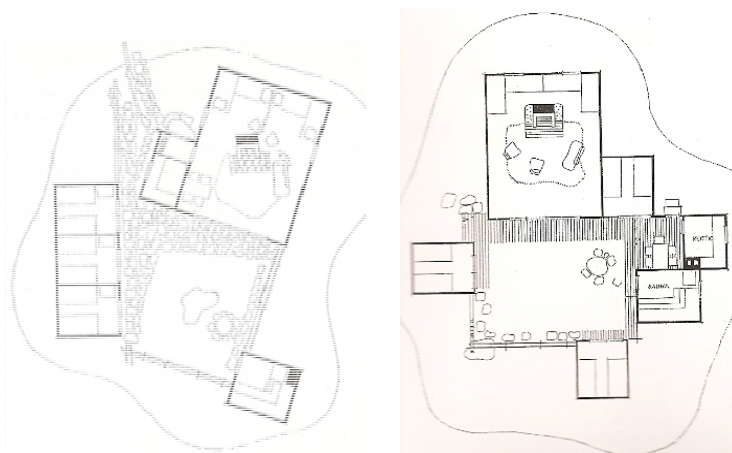
Estudios y maquetas de casas en serie, 1923. Variaciones en volumen y planta

Un segundo modelo de agregación de módulos se plantea el crecimiento sin continuidad con el núcleo original, alrededor de un espacio libre que puede convertirse en espacio de relación. Esta opción permite una mejor adaptación al terreno y al entorno, y abre unas mayores posibilidades de composición. Es el tipo de configuración que hemos estudiado en el prototipo Patio 2.12 (módulos alrededor de un patio), pero que tiene detrás muchos ejemplos ensayados. Como las casas para Ahlström que Alvar Aalto proyecta en 1941.

Como primer ejercicio y antes de la guerra, Aalto ya había proyectado para la empresa Ahlström un modelo de vivienda de madera para sus trabajadores; una construcción sencilla con cubierta a dos aguas, modulada, compacta y con una ocupación flexible. Y otra vez a su vuelta de Estados Unidos, recibe un segundo encargo de la misma compañía para proyectar casas prefabricadas de madera. Pero entonces implementa en las

propuestas su interés por hacer compatibles el uso de componentes estandarizados, que permitieran la máxima variedad de composiciones posibles, ideas con las que había trabajado en el MIT.

En relación a la necesidad de crecimiento de las viviendas y a esta pretendida variedad de combinaciones, Aalto tiene como referencia la arquitectura tradicional de la granja vernácula del este de Finlandia. *“Es pura arquitectura de asentamiento en el bosque, en que la madera domina casi al cien por ciento tanto los materiales como los métodos de ensamblaje. (...) Otra característica especial, significativa, es la modalidad de aparición de la casa de carelia, tanto en su evolución como en sus métodos de construcción. (...) En cierto modo, la casa careliana es un edificio que comienza con una sola y modesta célula o con un imperfecto embrión de edificio-refugio para un hombre y varios animales, y que después, figurativamente hablando, crece año tras año. La casa careliana ampliada puede ser comparada, en algún aspecto, con una formación celular biológica. La posibilidad de un edificio más grande y más completo siempre queda abierta.”*. A partir de una selección de componentes, los usuarios debían tomar parte en el diseño del edificio.



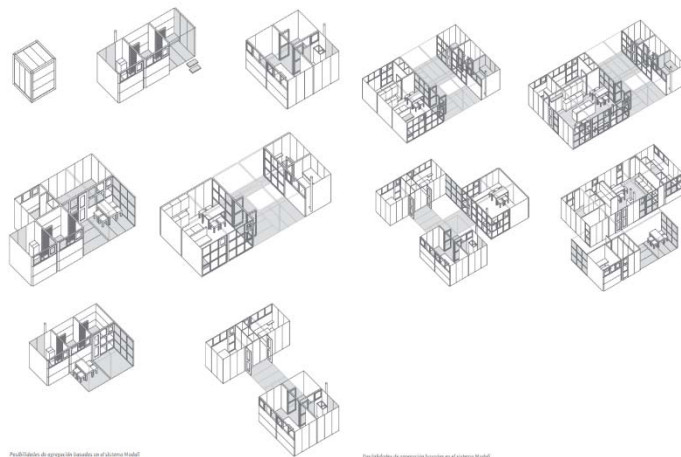
Alvar Aalto. Casas de madera para Ahlström 1941, configuraciones

En sus viviendas, a partir de un cuerpo de mayor superficie y un espacio libre adyacente, las necesidades cambiantes de cada grupo de usuarios irían dando lugar a toda una variedad distributiva mediante la incorporación, en torno al espacio abierto, de volúmenes menores que Aalto también va proponiendo a título de ejemplos; la utilización de módulos también permitía incorporar en la ampliación la idea de adaptación al terreno (1), salvando probablemente el defecto más acusado de las viviendas prefabricadas que es su falta de integración en el lugar, en el paisaje.

(1) Martín Hernández, Manuel. La casa en la arquitectura moderna. Reverté 2014, p.325

Bergdoll, Barry, y Christensen, Peter. Home delivery, fabricating the modern dwelling

También la adaptación al entorno es uno de los valores tanto del sistema Moduli, de Kristian Gullichsen y Juhani Pallasmaa (Finlandia, 1968), como de las viviendas Expansiva de Jorn Utzon (Dinamarca 1969). El sistema Moduli fue concebido para viviendas de vacaciones que pudieran desmontarse; del modelo se construyeron algunas unidades residenciales, pero no llegó a ser rentable económicamente y el proyecto fue abandonado.



Sistema Moduli. Una vivienda de vacaciones, y estudio de distintas variantes

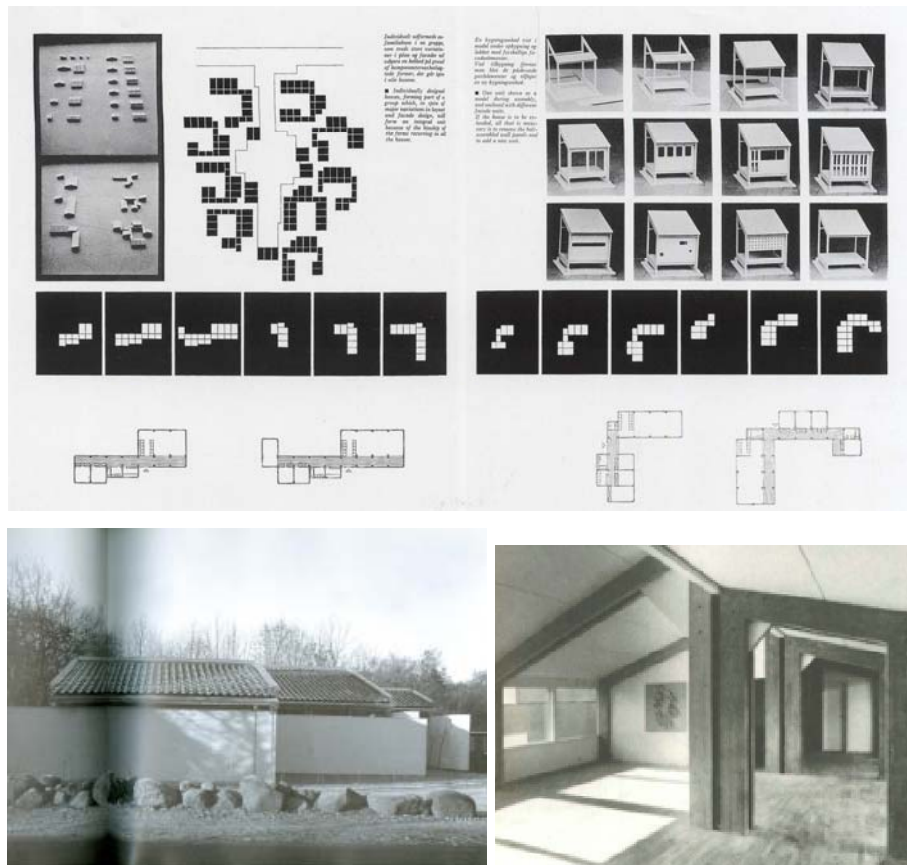
El sistema de prefabricación Moduli plantea una serie de combinaciones posibles apoyándose en una retícula estructural (cubos de 2,25 metros de lado) y en las posibilidades de combinación de unos paneles de dimensiones normalizadas que resuelven tanto los paramentos horizontales como los verticales (1). En apoyo en el terreno es con apoyos regulables en altura, lo que le permite adaptarse a irregularidades; y las distintas disposiciones de módulos en la planta permiten conseguir diferentes espacios libres intermedios, y una relación también compleja de la vivienda con los espacios exteriores y el entorno.

(1) tectonicablog.com

En cuanto a las viviendas de Utzon, fueron un encargo para hacer casas de madera y algunas otras construcciones pequeñas, con un sistema flexible. El sistema Expansiva plantea pabellones de tres tamaños (4,0m x 3,0m, 3,0m x 2,4m, y 2,4m x 1,8m) de una

planta, con pilares en las esquinas y cubierta con una pendiente estándar. El sistema tiene influencias de sistemas de construcción japoneses y chinos, que Utzon admiraba desde estudiante. (1)

(1) Weston, Richard. Utzon. Edition Blondal



Sistema Expansiva. Modelos de agregación, módulos con distintos acabados exteriores, y algunas imágenes

Perfectibilidad

Las viviendas perfectibles asumen la necesidad de cambio continuado en el tiempo, como necesario para su evolución con la vida de los usuarios. Esta capacidad se vuelve un valor importante en el caso de vivienda para población desfavorecida o en situaciones excepcionales en las que las familias no tienen una capacidad de inversión inicial grande, ya que con este planteamiento podrían ir ampliando y mejorando (y revalorizando) sus viviendas. En principio se construye solo el núcleo de las viviendas (con las instalaciones y dejando acabados muy básicos), y más tarde serán los usuarios los que completen y amplíen su casa, construyendo alrededor de ese núcleo primario.

Dice Martín Hernández (1) "En un artículo llamado 'La reconstrucción en la posguerra', Alvar Aalto se refería a las dificultades económicas por las que pasaba Finlandia en ese momento, por lo que proponía no construir barracones provisionales ni 'ciudades completas pero ineficaces', sino hacer intervenciones crecederas que fuesen desde lo más

urgente (muros, techo e instalaciones mínimas) hasta llegar, pasado el tiempo necesario, a 'la casa moderna'. *"Hemos de construir casas que puedan crecer. La vivienda en crecimiento debe reemplazar a la 'máquina de habitar'"*(2)

(1) Martín Hernández, Manuel. La casa en la arquitectura moderna. Reverté 2014

(2) Cita Alvar Aalto 1940, ver documento citado Martín Hernández.

Elemental, Alejandro Aravena

Las viviendas incrementales. *"Proponemos dejar de pensar el problema de la vivienda como un gasto y empezar a verlo como inversión social"*. La escasez de presupuesto para las viviendas sociales en Iquique hizo que Elemental y el cliente llegasen a la conclusión de que sólo disponían de la mitad del capital necesario para el proyecto. Así que Aravena propuso entregar la mitad de una casa de calidad que el cliente se pudiera permitir, en lugar de una casa entera que no estuviera a su alcance. (1)



93 viviendas incrementales Quinta Monroy, en Iquique (Chile) 2001-2004

Estado 1 viviendas entregadas, y estado 2 viviendas habitadas. Durante la construcción de las viviendas se hicieron talleres para los futuros habitantes sobre cómo ejecutar las ampliaciones.

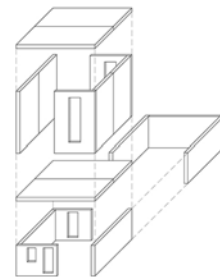
La propuesta de Aravena en Quinta Monroy introduce una tipología que permite la posibilidad de introducir variables en el diseño arquitectónico. Las viviendas ocupan una superficie mínima pero pueden ser ampliadas tanto horizontal como verticalmente por las propias familias con autoconstrucción, de tal modo que el resultado final puede llegar a ser una vivienda de 70 metros cuadrados; la vivienda construida inicialmente, de unos 30 m², tiene cocina, baño y escalera, con lo que se facilita la ampliación que queda libre de la dificultad de estos elementos más complejos. Buscando la economía en la construcción, utiliza estructuras de hormigón, muros de bloques y elementos de madera. El estudio ha seguido trabajando sobre esta propuesta, haciéndola evolucionar para adaptarla a otras circunstancias de proyecto (viviendas Renca en Santiago, viviendas Monterrey en México, y otras). Además ha dado un paso comprometido con su arquitectura social, liberando algunos de sus diseños para que puedan usarse y adaptarse libremente (arquitectura de código abierto 'open source') (2). Publica Elemental

en su web "aquí encontrarás cuatro ejemplos, con cuatro diferentes diseños que persiguen los mismos objetivos y principios. Desde ahora son de público conocimiento, un código abierto que esperamos sea capaz de descartar las excusas de por qué los mercados y gobiernos no se mueven en esta dirección para abordar el desafío de la rápida urbanización".

Buscando además las ventajas de ahorro de tiempo y calidad que puede ofrecer la construcción industrializada, están investigando las posibilidades de los sistemas prefabricados. Así han desarrollado la Casa Milán, un prototipo adaptado a partir de una tipología anterior para construir con módulos prefabricados de hormigón y uniones con junta seca; el montaje está completo en 24 horas.

(1) AV Monografías 185 Elemental, Alejandro Aravena, 2016

(2) Web del estudio <http://www.elementalchile.cl> y Plataforma Arquitectura www.plataformaarquitectura.cl



Casa Milán, prototipo de 2 viviendas para la Trienal de Milán (2008)

Antecedentes: PREVI, Lima

Esta forma de afrontar el problema de la vivienda pública para personas con pocos recursos, tiene antecedentes claros en algunas iniciativas de carácter experimental que se pusieron en marcha en los años 70 en zonas en desarrollo.

En Lima, para controlar el flujo de personas migrantes que llegaban a la ciudad y evitar la propagación de proyectos de auto-construcción en los barrios informales, el gobierno trabajando con el programa de naciones unidas para el desarrollo PNUD convocaron un concurso para hacer tres propuestas piloto, que intentaban enfrentar el problema de la vivienda desde perspectivas complementarias. El de mayor relevancia fue el Proyecto Piloto 1, que a través de un concurso internacional restringido y uno nacional, pretendía incorporar las recientes discusiones de la arquitectura en torno a la vivienda –en gran medida, una contrapropuesta a los paradigmas modernos de la vivienda multifamiliar de alta densidad–; los aspectos experimentales del proyecto eran el de un barrio y un proyecto basado en un concepto de baja altura y alta densidad, con casas patio con posibilidades de crecimiento como modelo para la futura expansión urbana. Entre los conceptos propuestos por las bases del concurso estaban la racionalización, modulación, tipificación, crecimiento progresivo, flexibilidad y función. (1)



Vista aérea del barrio

Se propuso una estructura de pequeñas plazas conectadas por pasajes peatonales que articulan las múltiples formas de agrupación de los proyectos originales; se segrega el tráfico rodado, las vías perimetrales conectan el barrio con la ciudad. Se fundó de esa manera un orden urbano basado en una unidad urbana (la plaza de vecindad), y la unidad social (la comunidad capaz de organizarse). El sistema de plazas y pasajes peatonales son un soporte para la densidad del barrio; las pequeñas plazas constituyen oasis dentro de un barrio que triplicó su altura. (1)

La ejecución se vio enfrentada a circunstancias que retrasaron diversas fases de su desarrollo y se disminuyó el número de viviendas a construir. Finalmente se optó por la construcción de las 26 propuestas del concurso, por el interés de la exploración arquitectónica y técnica propuesta por los proyectos. Cada tipología propuesta por los arquitectos de ambos concursos, planteaba versiones distintas para diferentes grupos familiares: las casas debían alojar de cuatro a seis personas en una primera etapa, y de ocho a diez personas en una segunda, para lo cual cada proyecto proponía su sistema de crecimiento. (2)

(1) Fernando García-Huidobro, y otros. PREVI Lima y la experiencia del tiempo. Riurb revista iberoamericana de urbanismo n°03, 2010, pp.10-19

(2) Quaderns d'arquitectura i urbanisme <http://quaderns.coac.net/es/2013/05/previ-lima/>



Proyecto de Atelier 5 en 1978 y 2003

Proyecto de James Stirling en 1978 y 2003

Construcción por elección del usuario, open building

Si la gran aportación de la arquitectura del movimiento moderno fue la planta libre (open plan), a partir de los años sesenta se conceptualizó y se empezó a realizar la nueva revolución: el edificio libre (open building) (1), iniciada por el SAR y extendida por todo el mundo a través de las redes de Open Building: nuevos modelos de promoción (autogestión), y procesos de diseño colaborativo/participativos.

La revisión de las necesidades de distribución de la vivienda por el Movimiento Moderno fue completa (vivienda mínima, vivienda social), pero quedaron dentro de un proceso tradicional en el que había papeles diferenciados para clientes, diseñadores y constructores. Tan solo algunas iniciativas como las casas de venta por correo en Estados Unidos buscaron transformar completamente el proceso tradicional de construcción, empoderando a la gente a construir sus propios hogares y proporcionándoles materiales y diseños lo más baratos posibles.

Hoy siguen vigentes estas ideas, pero los parámetros han cambiado. Ya no se proporciona a la gente el material y un diseño fijo, sino que ahora, con una sociedad más individualista que tiene además acceso a las nuevas tecnologías, pueden acceder a diseños baratos y eficaces en los que 'diseñar' y elegir su opción. (2)

En esta línea, Elemental-Alejandro Aravena ha liberado algunos de sus diseños de vivienda social al dominio público. En la misma idea pero para otro público trabaja Paperhouses (paperhouses.co) que pretende hacer arquitectura accesible a la gente de clase media, gracias a una serie de arquitectos dispuestos a liberar su trabajo a través de la plataforma. Son arquitectos que no consideran sus diseños como obras de arte irreproducibles, sino que entienden que pueden tenerse resultados interesantes de la colaboración entre usuario y arquitecto. (2) La plataforma permite a los usuarios acceder de forma gratuita a diseños de arquitectos relevantes, modificarlos y compartir ideas; también ofrece asesoramiento profesional.

(1) Herramientas para habitar el presente, p.55

(2) 5 Iniciativas que muestran el aumento de la arquitectura open-source, en web plataforma arquitectura www.plataformaarquitectura.cl



Bolt House, Panorama arquitectos. Disponible open-source (<http://paperhouses.co/house/the-bolt-house/>)

La casa está diseñada con volúmenes rectangulares modulares, que tienen la posibilidad de escalonarse para adaptarse a un terreno inclinado; la distribución modular permite extensiones simples para adaptarse a las necesidades de cada familia, y también dan la posibilidad de construir por etapas.

5. ESTRATEGIAS DE FLEXIBILIDAD Y POLIVALENCIA

La flexibilidad y la polivalencia son cualidades que propone el arquitecto, pero que sólo los usuarios pueden explotar a través del tiempo. Por ello, es necesario valorar en su justa medida las estrategias empleadas por el arquitecto para otorgar flexibilidad o polivalencia a la vivienda y detectar cuáles son las ventajas y desventajas de los diferentes elementos del proyecto, cómo son utilizados y cómo rinden. Así podemos conocer cuáles de estas estrategias arquitectónicas pueden funcionar mejor para determinados usuarios, programas y contextos socioculturales. Continuando con los estudios realizados en la tesis doctoral de Soler Montellano tenemos las siguientes:

Diafanidad y compartimentación: la caja y el estuche

Rybczynski en su libro “La casa: historia de una idea” (1), cuenta la evolución y organización del espacio arquitectónico doméstico desde la vivienda de una única estancia de carácter público de la Edad Media hasta la casa compartimentada en cuartos pequeños y privados de nuestros días. Según él, este cambio no tiene que ver con la evolución de los sistemas constructivos, sino con la evolución del carácter social de la familia y la aparición de un sentimiento de privacidad e individualidad que afecta tanto a cada individuo como a la familia en su conjunto.

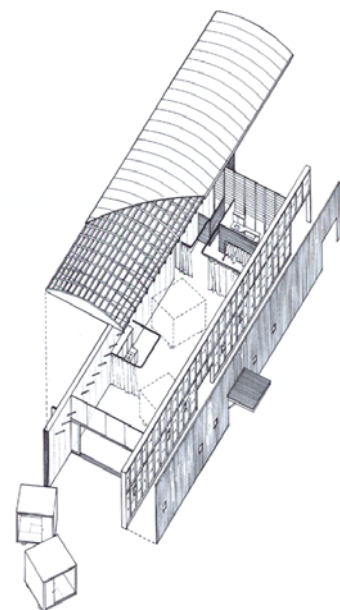
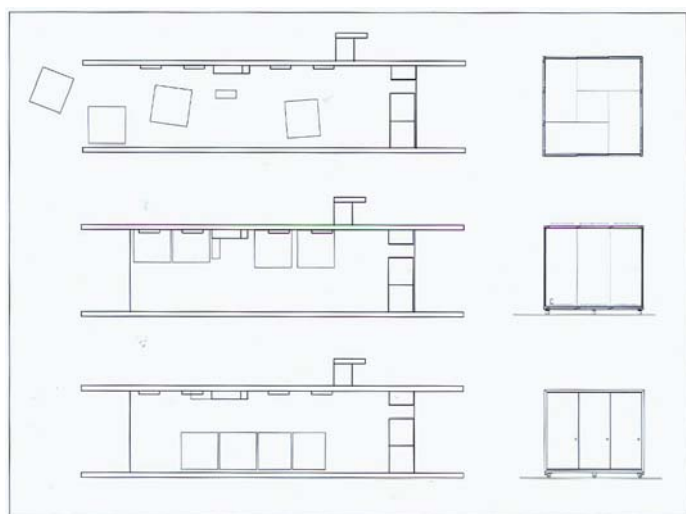
(1) Rybczynski, W. (1990) La casa: historia de una idea. Madrid: Nerea.

El resultado es una vivienda burguesa dividida en habitaciones de uso especializado. La vivienda social es la adaptación de esa vivienda a familias de baja renta, una casa más pequeña, con las habitaciones reducidas y bajo unos condicionantes normativos y sociales muy específicos.

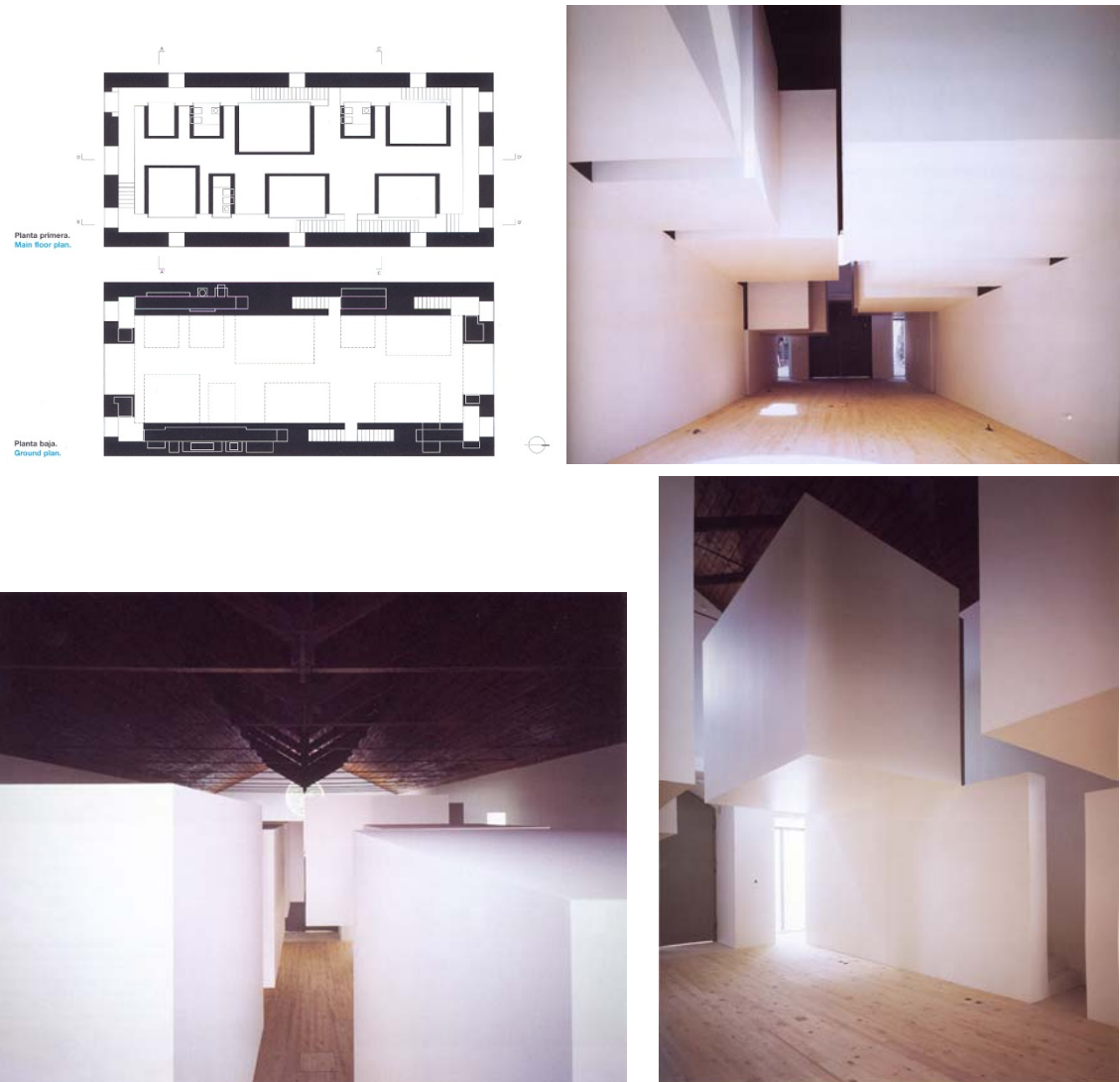
Hoy, a principios del siglo XXI, vivimos un recorrido inverso en paralelo al anterior. Si antes se pasó del espacio único al compartimentado en pos de la intimidad y la individualidad, las limitaciones dimensionales de la vivienda social y la escasez de espacio útil de actividad en los dormitorios mínimos invitan hoy a los miembros de la casa a volver al espacio común. Por ello es necesario ampliar las medidas de los espacios de la casa, tan pequeños y compartimentados.

La tensión entre el espacio abierto y el espacio compartimentado se cimienta en dos mitos bien presentes en los arquitectos modernos, el de la caja y el del estuche.

La caja es un espacio indiferenciado cuya mayor virtud es la potencia de ser cualquier cosa. Una interpretación contemporánea de esta idea se encuentran en la Naked House de Shigeru Ban, donde la casa es un contenedor de piezas móviles que pueblan el espacio (1), o bien la casa en Brejos de Azeitao, Setúbal de Aires Mateus en la que los volúmenes habitables pueblan el espacio de un antiguo almacén de vinos (2). En contraposición como idea del estuche (unidad habitacional en la que todo está amueblado a medida) tenemos las cápsulas aparecidas en los proyectos metabolistas como la torre Nagakin de Kurokawa o en los proyectos de Archigram.



(1) Naked House, de Shigeru Ban. Saitama (Japón), 2000. Complete Works 1985-2015. Taschen.



(2) Casa en Brejos de Azeitao, Setubal (Portugal), 2000 – 2003. Revista 2G, nº 28. Gustavo Gili.

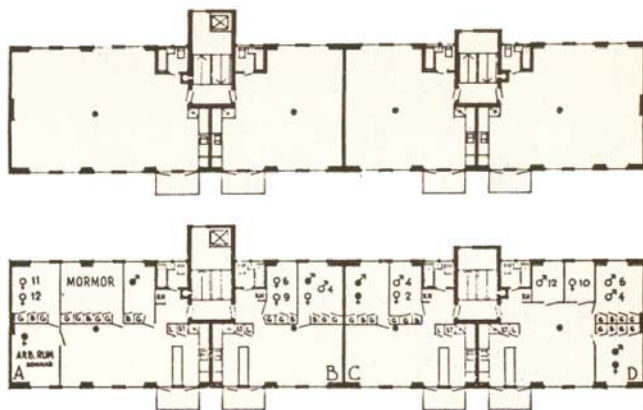


Kisho Kurokagua. Nakagin Capsule Tower, Tokio, Japón, 1972.

Diafanidad y compartimentación: el soporte y el relleno

En una posición más cercana a nuestra idea de flexibilidad según la teoría de los soportes de Habraken se encuentra el proyecto de Mies van der Rohe para la Weissenhofsiedlung de Stuttgart en 1927. Su principal característica es la planta libre capaz de ser compartimentada de distintas maneras, y para enfatizar esta cualidad Mies encargó el diseño de los espacios interiores de cada una de las viviendas a distintos arquitectos.

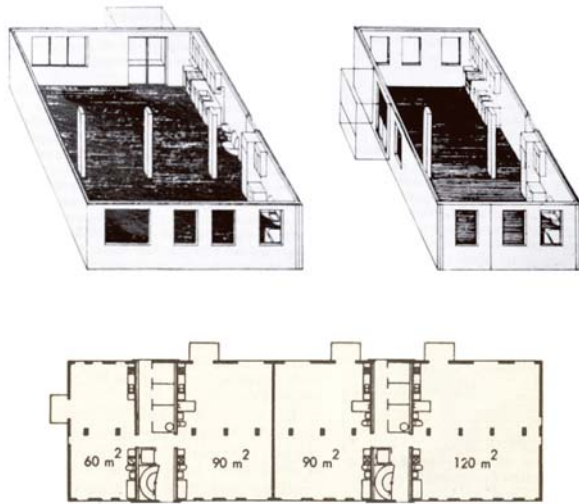
Gracias al desarrollo de la prefabricación, los herederos de Mies llevaron un paso más allá la propuesta de éste incorporando el uso de tabiques modulares desmontables para la distribución de los interiores, con el objetivo de que los sucesivos ocupantes de una vivienda pudieran cada uno reorganizarla a su conveniencia. Así resulta el proyecto ganador del concurso de ideas convocado en 1951 por una de las empresas públicas de construcción de Gotemburgo para la creación de unas viviendas de coste moderado, cuya superficie no debía rebasar los 50 m², en el barrio de Jarnbrott de los arquitectos Tage y Anders William-Olsson en 1954 (1). Contiene veinte viviendas de cuatro tamaños diferentes. Las viviendas son pasantes y tienen 8 m de profundidad. La planta de cada una de ellas es libre, a excepción de un pilar central necesario para sostener los forjados, y los únicos elementos fijos en ella son la cocina y el baño, como ocurría en el edificio de Mies. Todo el resto del espacio podía ser ocupado y dividido según el criterio del usuario gracias a un sistema de particiones modulares y armarios contruidos con la altura libre de planta y montados en seco sobre el suelo.



(1) Viviendas experimentales en Jarnbrott, Gotemburgo (Suecia), de Tage y Anders William-Olsson (1951-1954).

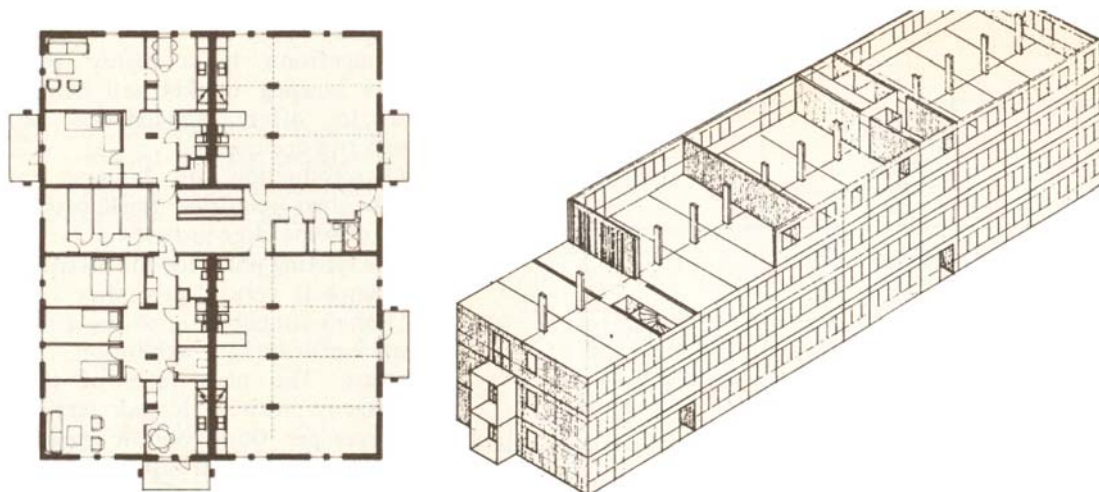
Arriba, planta diáfana; abajo, distribuciones más utilizadas.

Un proyecto muy parecido al anterior fue el de las viviendas adaptables de Diset, en la ciudad de Uppsala (Suecia) de 1966. En este caso se trató de dieciséis unidades de 60, 90 y 120 m². La principal diferencia con respecto al anterior es que aumentaba el número de pilares existentes en el centro de la planta de las viviendas.



(1) Viviendas en Diset, Uppsala, 1954. Axonometría y Plantas.

En el barrio de Orminge a las afueras de Estocolmo, se estableció entre 1967 y 1971 un conjunto residencial de 2.600 viviendas, 550 de las cuales se consideran flexibles debido a las posibilidades que ofrecía el sistema constructivo empleado, el Skarne 66, similar al utilizado en Diset, Uppsala. Se componía de paneles-sandwich portantes de hormigón en fachada con acabado de hormigón visto estriado, y losas de forjado de 2.7 m de anchura soportadas por aquellos y una línea central de pilares en el interior. Las particiones interiores se realizaron con paneles atornillables de cartón-yeso con acabado de vinilo sobre marcos de madera. Los arquitectos Joran Curman y Ulf Gillbert diseñaron bloques de tres y cinco alturas con cuatro viviendas por planta y superficies entre 38 y 90 m². (1)



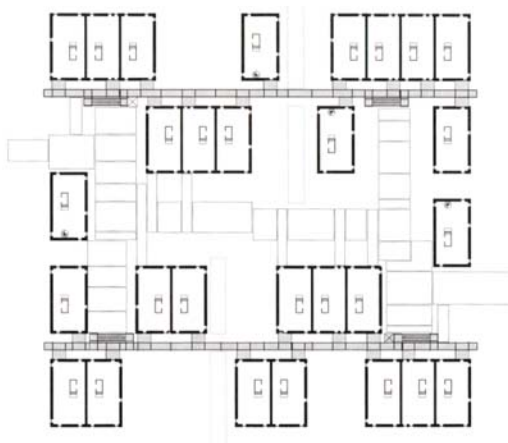
(1) Viviendas en Orminge, Estocolmo, de Jöran Curman y Ulf Gillberg (1967- 1971). Planta de un bloque del complejo.

(2) esquema constructivo del sistema modular Skarne 66.



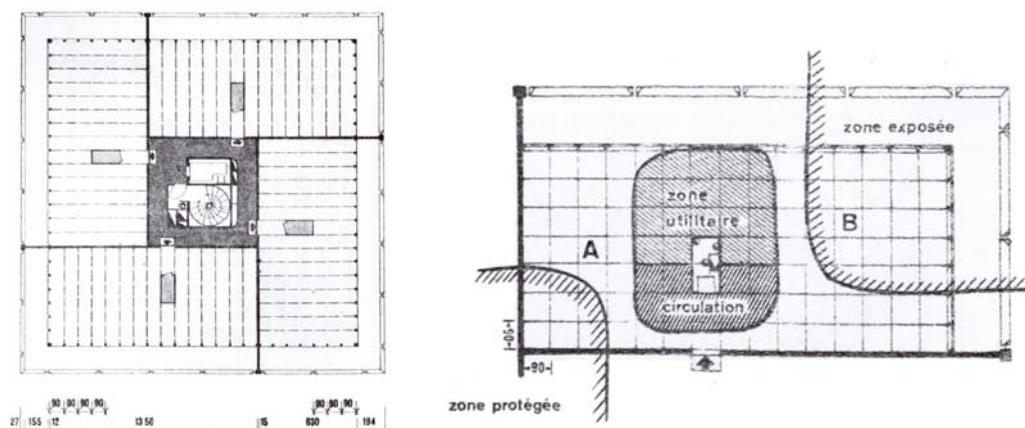
(3) Miembros de una familia cambiando fácilmente un tabique de lugar.

En Ølby, Køge (Dinamarca), tenemos el proyecto de viviendas realizado por los arquitectos Juul y Frost. Construido en dos fases entre 2001 y 2007, el complejo contiene 251 viviendas prefabricadas de cuatro tamaños diferentes (75, 100, 122 y 145 m²). Las unidades de vivienda están planteadas de acuerdo a la idea de un núcleo húmedo fijo y el resto del espacio abierto, y así es como se entregan a los usuarios para que puedan amueblarlas y compartimentarlas a su gusto, así como mejorarlas a medida de sus posibilidades. La economía de medios se refleja tanto en el diseño como en el proceso de prefabricación de todos los elementos. Por ejemplo, sólo existe un tipo de vano, que se repite en todas las puertas y ventanas de los bloques. Los arquitectos estaban muy interesados en la posibilidad de que los usuarios hicieran evolucionar sus viviendas y que éstas se desarrollaran junto a sus vidas y las de sus hijos.

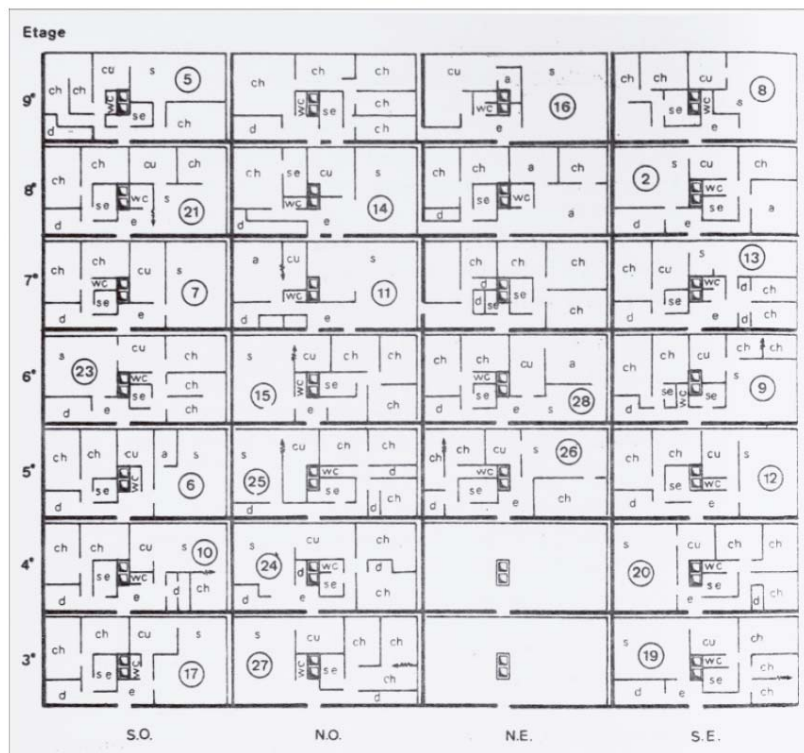


La planta libre, el pavé y la plage

En 1971 se construyó un bloque aislado de viviendas en Montereau, una pequeña localidad a orillas del Sena a unos 70 km de París, de los hermanos arquitectos Arsène-Henry en torno a lo que llamaban el "habitat évolutif". El edificio cuenta con nueve plantas de vivienda y una planta de cubierta con espacios comunes. En la planta baja se disponen espacios comunes y la vivienda del portero, también adaptable. La planta del edificio tiene la forma de un cuadrado de 24 m de lado, está organizada en forma de esvástica en torno a un núcleo central de instalaciones, escaleras y ascensor, y está rodeada por una terraza corrida de 1.6 m de fondo. Cada una de las cuatro viviendas existentes en cada planta es un rectángulo de 6.3 por 13.5 m y 83 m² de superficie útil y es totalmente diáfana, a excepción de un pequeño cuerpo de instalaciones alrededor del cual pueden distribuirse los espacios de la casa. La planta de las viviendas se divide en franjas de 90 cm de ancho. Esta modulación facilitaba el uso de tabiques prefabricados desmontables y cinco tipos diferentes de paneles para el cerramiento de las fachadas: panel opaco, panel de vidrio, panel con vidrio a media altura, panel con puerta de vidrio practicable y panel con ventana a media altura practicable. Los habitantes fueron integrados en el proceso de diseño de sus viviendas. Los arquitectos habían realizado once planos distintos como ejemplo de posibles configuraciones espaciales, que la mayoría de usuarios tomó como base para su propia interpretación: una circulación diagonal entre el salón en la esquina más luminosa de la planta y la zona de almacén en la oscura esquina interior (junto al núcleo de escaleras), y una serie de dormitorios que se sitúan de manera parecida en los ejemplos, donde la variación entre ellos se limita a cuestiones de tamaño. Esto sucede porque la ubicación del núcleo húmedo central en una planta rectangular, aun siendo un gesto tan mínimo, determina en un gran número de posibilidades de ocupación de la planta debido a la circulación perimetral generada.



(1) edificio de viviendas en Montereau-Surville, de los hermanos Arsène-Henry, 1971.



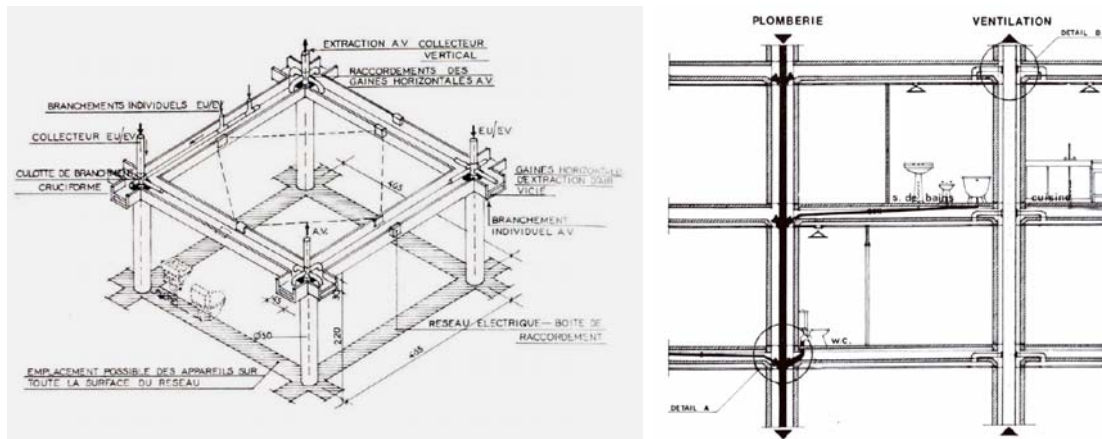
(2) Viviendas en Montereau-Surville. Distribuciones elegidas por los habitantes.

Les Marelles: el intento de la flexibilidad total

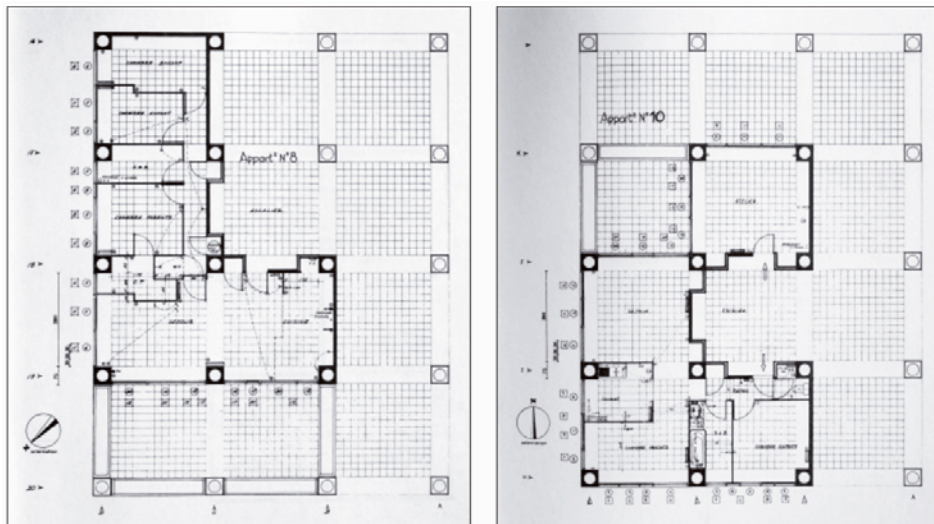
Entre 1971 y 1975 se construyó en Yerres una promoción privada de 100 viviendas en régimen de venta que pretendía ofrecer una flexibilidad total, gracias a un sistema estructural experimental diseñado por los arquitectos Bernard Kohn y Georges Maurios. Se trataba de una malla de vigas en forma de U y grandes pilares cuadrados huecos de 75 cm de lado. Por ambos elementos prefabricados podían conducirse las canalizaciones de agua, saneamiento y ventilación, con lo que los usuarios podían decidir libremente dónde situar cada uno de los locales húmedos dentro de la casa. Se trata de una estructura portante irrigada de fluidos. Soler Montellano opina que es una idea próxima a los esquemas de soportes y unidades separables del SAR, sin embargo nosotros pensamos que no. Este sistema (construido previamente al libro de la teoría de los soportes) sería una versión muy literal del concepto del "soporte" de Habraken, cuando éste va mucho más allá de la mera función estructural del mismo.

Estas viviendas fueron un fracaso comercial, porque las ventas fueron muy lentas. Como crítica podemos decir que esta "flexibilidad total" que se alcanza con una gran retícula sobredimensionada de "soportes fluidos" no está justificada económicamente para los beneficios que aporta. La misma flexibilidad se pueda alcanzar con menos recursos

económicos, aunque se puede extraer como positivo de esta propuesta la idea de la yuxtaposición del soporte con fluidos o bien con otro tipo de instalaciones.



(1) Viviendas en Les Marelles, de Kohn y Maurios (1971-1975). Esquema constructivo. Instalaciones del edificio.



(2) Viviendas en Les Marelles, de Kohn y Maurios (1971-1975). Plantas realizadas por dos propietarios.

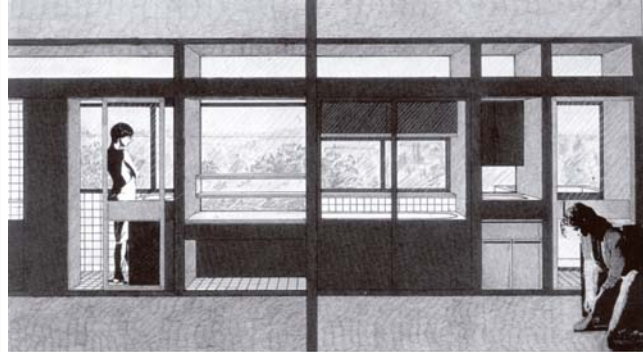
Bandas activas

Otra variante de los proyectos con planta libre es aquella en la que se disponen los espacios de servicio, especialmente los de aseo, el baño y la cocina, en fachada. Posiblemente el mejor ejemplo en este sentido sea la Domus Demain, publicado en 1987 por los arquitectos franceses Yves Lion y François Leclercq (1). Con su conocido tipo basado en *bandes actives* (fachadas equipadas con baños y cocinas), conseguía liberar el espacio interior de la vivienda y hacerlo divisible a gusto del usuario. Léger explica perfectamente las hipótesis culturales, arquitectónicas e industriales en las que se basa el proyecto (2). Las reformas más habituales en las viviendas europeas son las que se realizan para renovar las instalaciones y aparatos de cocinas y baños. El interés de situar

estos elementos en las fachadas como cabinas prefabricadas estriba principalmente en la facilidad para actuar sobre ellos sin necesidad de interrumpir la actividad doméstica.

(1) Lion, Y., Leclercq, F. (1987), Domus Demain, la bande active, *L'architecture d'aujourd'hui*, n. 252.

(2) Léger, J-M. (2006) Yves Lion: logements avec architecte. Grâne: Creaphis.



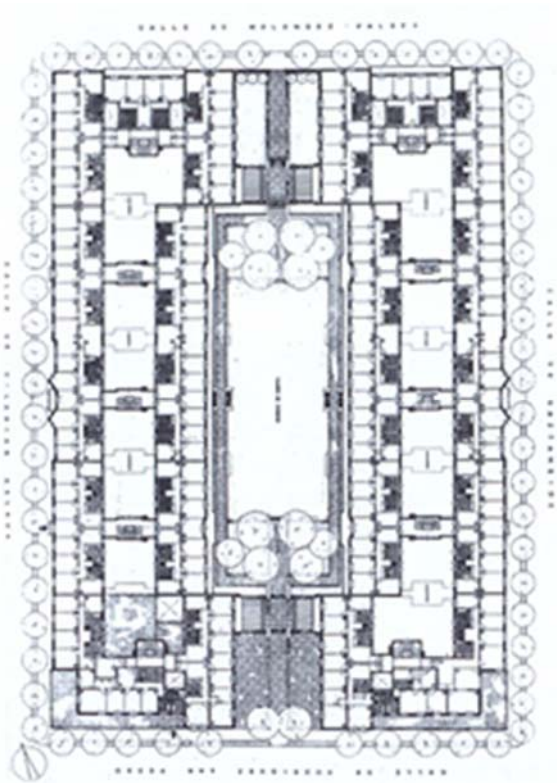
Domus Demain, proyecto de Lyon y Leclercq, 1984-87.

La disposición de los espacios húmedos en fachada tiene raíces anteriores al movimiento moderno. Paricio y Sust (1) muestran por ejemplo el caso de la casa Fuster en Barcelona, construida por Lluís Domènech i Montaner en 1908. La situación de los servicios higiénicos en las fachadas de las habitaciones y repartidos en pequeñas piezas es un claro ejemplo precedente de la revolucionaria *bande active*. Y otro magnífico ejemplo posterior es el de la Casa de las Flores de Zuazo en Madrid, de 1931, donde el baño, el aseo y la cocina se alinean en los patios interiores del bloque.

(1) Paricio y Sust: La vivienda contemporánea. Programa y tecnología. 2000. ITEC



Lluís Domènech i Montane. Casa Fuster, Barcelona, 1908.

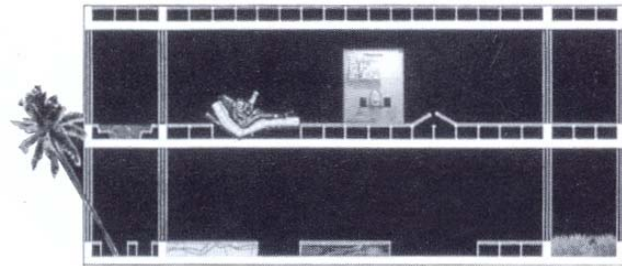
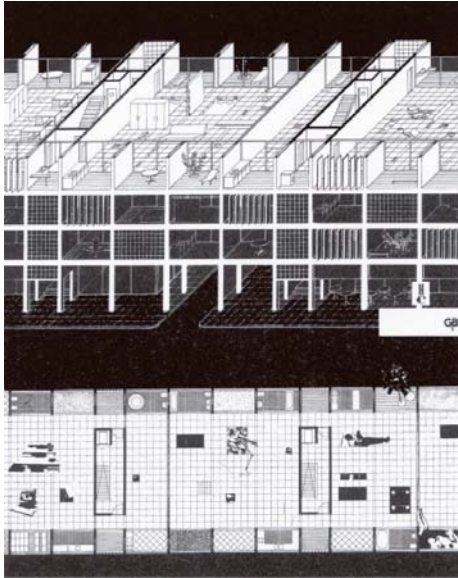


Secundino de Zuazo Ugalde, Casa de las Flores, Madrid, 1930-1932.

Actualmente puede ser muy buena solución la realización de bandas en fachada para el registro de todas las instalaciones, debido a las nuevas tecnologías que se van incorporando sucesivamente a las viviendas sobre todo en tema de telecomunicaciones, y para su posterior sustitución o renovación en el futuro. Estos registros pueden localizarse tanto en las fachadas a los viales exteriores como en las que se abren a patios interiores.

La Domus DeMAIN influyó en proyectos posteriores. Léger cita el de los holandeses Neutelings, Wall y De Geyter, que presentaron una propuesta similar al concurso 'Habitatge i Ciutat' en Barcelona en 1990, en el que las bandas de fachada presentaban una mayor anchura y presencia en planta. Sobre este proyecto Willem Jan Neutelings comenta: "(...) Sin perder de vista la creciente tecnología de automatización doméstica y la economía del consumidor, proporcionamos a la vivienda estándar dos elementos principales: un suelo doble (que es simultáneamente zona de instalaciones y escenario para una amplia gama de escenas domésticas), y una zona a lo largo de la fachada que contiene las funciones de servicio, como el cuarto de baño, la cocina y el lavadero. El resultado es una planta libre, lista para ser dispuesta con el gusto individual." (1)

(1) Neutelings, W. J.: NRA'99. Un informe a modo de entrevista con Neutelings & Riedijk. El Croquis 94. 1999.

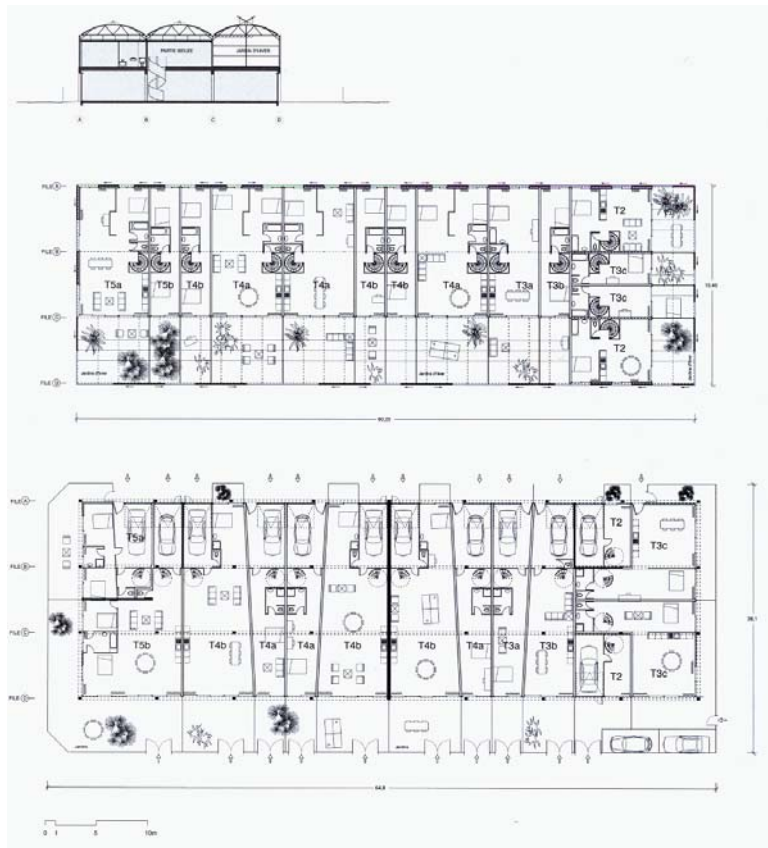


Proyecto de Neutelings, Wall y De Geyter para el concurso 'Habitatge i Ciutat', Barcelona, 1989. Sección tipo "casa filtro".

En la sección de este proyecto podemos observar, además de la flexibilidad del forjado doble, que éste está apoyado simplemente en dos elementos tecnológicos como son las bandas de las fachadas, y que claramente pueden orientarnos visualmente sobre los posibles sistemas de prefabricación de dichos componentes: componentes en 3D en fachada y elementos 2D intermedios. Avanzando sobre dicha sección podemos analizar más razones para su utilidad: además de su facilidad constructiva encontramos una razón bioclimática, se crea un colchón térmico entre el espacio habitable y el exterior.

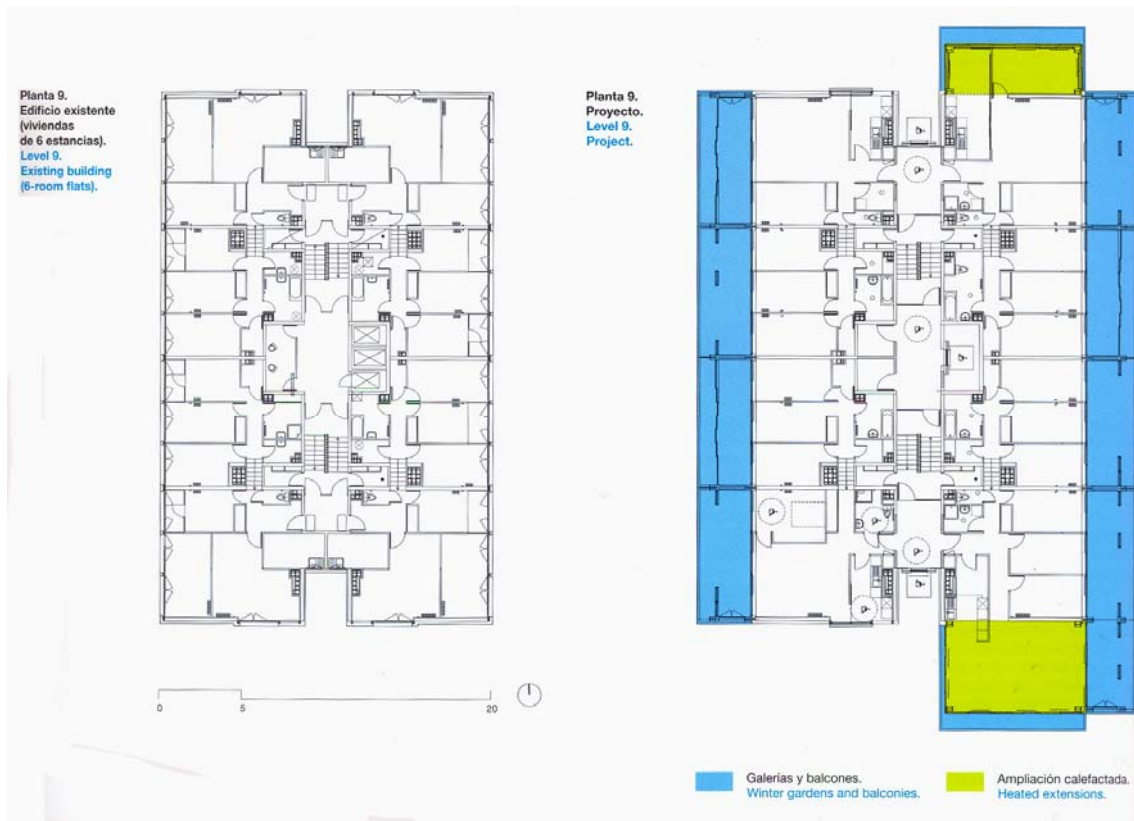
El último gran ejemplo francés de viviendas de planta libre es el conjunto experimental de Mulhouse, construido en 2005. Lacaton y Vassal construyeron 14 viviendas cuya característica más importante es su gran superficie y máximo volumen sobre la parcela. Construyeron unas viviendas de entre 100 y 176 m², más del doble de lo establecido por la ley, con una estructura sencilla, económica y eficaz, basadas en la tipologías de los loft. Su planta es libre y tiene jardín de invierno (un gran espacio de transición, banda activa) entre el exterior y el interior cubierto por un sistema convencional de invernaderos.





Esta misma propuesta la repitieron en las 23 viviendas en Trignac (Francia) en 2010 con soluciones tanto en dúplex como en triplex. Siguiendo las investigaciones de Lacaton y Vassal podemos destacar la transformación de la torre Bois-le-Pretre en Paris en 2011. En ella construyen una banda activa aumentando la superficie de la vivienda existente mediante unos módulos repetitivos y prefabricados creando una doble envolvente transparente, habitable y flexible de 3m de profundidad, situada por delante de los forjados originales. Esta ampliación permite reducir a la mitad los costes energéticos y el ruido exterior, además de mejorar la iluminación y la habitabilidad de las viviendas.





Lacaton y Vassal. Torre Bois-le-Prete, París, 2011.

Tabiques móviles

La sucesión histórica de la flexibilidad y los tabiques móviles suele arrancar con la vivienda tradicional japonesa, con modelos ancestrales pero sofisticados de adaptabilidad doméstica como la villa Katsura del siglo XVII. Todos los autores occidentales, incluidos Wright y Taut en sus primeros viajes a oriente, ensalzan la finura la vivienda japonesa, su diseño artesanal, la elegante modulación de su superficie a través del tatami, la delicadeza de los *shōji* (1) que separan las estancias y la versatilidad del *engawa* como espacio de circulación y tránsito entre el exterior y el interior de la casa. Estas características dotan a la vivienda tradicional japonesa de una circulación fluida y de polivalencia funcional en sus espacios. Aunque a priori parece un signo incontestable de flexibilidad, la vida en la vivienda tradicional japonesa dista de ser flexible (2), ya que está sujeta a una estricta codificación de los usos y costumbres cotidianas muy rígidas.

(1) Aunque existen varias acepciones según el tipo de panel, *shoji* es el nombre de los primeros tabiques móviles utilizados en Japón. Existen referencias interesantes en Engel, Heino (1985): *Measure and Construction of the Japanese House*, Rutland, Vt.: C.E. Tuttle Co.; y recientemente en Koolhaas, R. (2014): *Elements of architecture: Wall*, (240-243). Venezia: Marsilio.

(2) Bourdier, M. (1993) *L'habitat évolutif au Japon: espaces et pratiques*. In Periañez, M. (dir.), *L'habitat évolutif - mythes et réalités*. Paris : Plan Construction et Architecture (Ministère de l'Équipement, des Transports et du Tourisme).



Interior de la villa Katsura. Siglo XVII.

Aparte de las ya comentados proyectos de viviendas de Le Corbusier como la Weissenhofsiedlung de Stuttgart, las "Maisons Loucheur" o el "Inmueble en alquiler" (no construidos), pocos años después, en 1931 Gerrit Rietveld diseñó un bloque de 4 viviendas en hilera en Utrecht, en las que el gran salón en L de planta baja se podía dividir en tres espacios a través de dos paredes-puerta plegables de acordeón. Previamente Rietveld en la casa Schröder de 1924 ya había reflexionado sobre la concepción del espacio arquitectónico en relación con su función. Vivir en la casa Schröder exigía una actitud activa. Su interior está diseñado para que los ocupantes realicen cada una de las funciones (ya sea bañarse, dormir o comer) de forma cuidadosa. Para realizar una acción es necesario trabajar: se puede crear un baño y un dormitorio abriendo o cerrando las particiones correderas; el sofá se despliega y se convierte en una cama; la mesa es plegable. Y todo ello debe hacerse siguiendo un orden lógico, ya que una pieza del mobiliario plegable impedirá el uso de alguna de las piezas correderas o viceversa. El tamaño de los espacios depende del tiempo que el usuario pasa en ellos. Los dormitorios pueden fundirse con la sala de estar durante el día y los espacios que se usan relativamente poco se combinan: por ejemplo la cocina-comedor o el pasillo-escalera.



Otro ejemplo de viviendas flexibles con paneles correderos y camas encastradas son las realizadas por el holandés Johannes Van den Broek en Vroesenlaan, Róterdam en 1934, influido por la llegada a su estudio de arquitectos de procedencia alemana. En las plantas de superficie mínima se explotan las posibilidades de unión de las estancias mediante paneles, además de proyectar núcleos húmedos agrupados de muy reducidas dimensiones. Esto permitió a sus habitantes organizar la vida de muy diversas maneras.



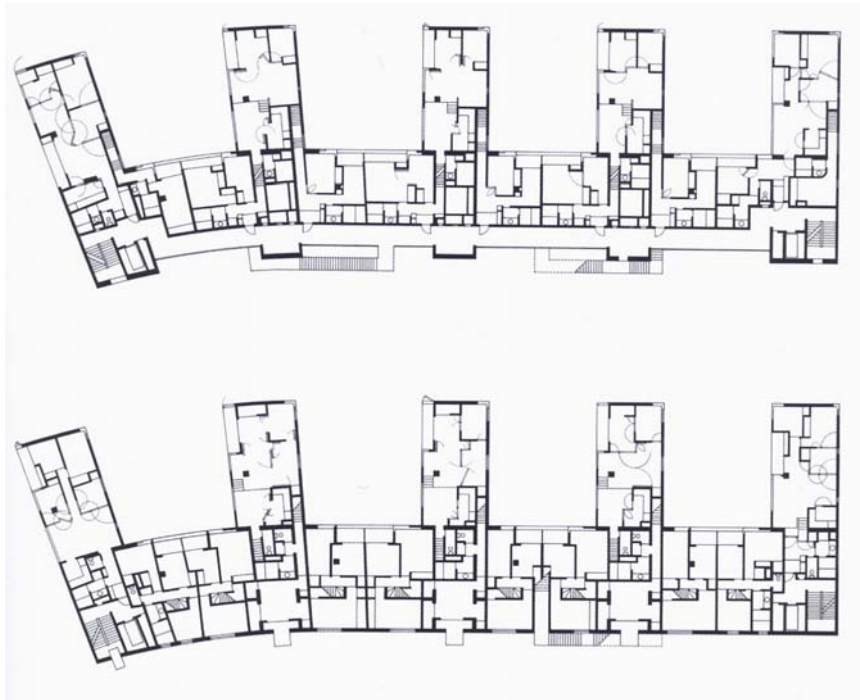
Viviendas en Vroesenlaan, de Johannes van den Broek. Róterdam, 1934

Las viviendas en Fukuoka de Steven Holl de 1991 constan de *“puertas, plafones y armarios pivotantes que permiten reconfigurar la planta de cada vivienda de acuerdo con cambios horarios, episódicos o estacionales”*(1). Las plantas del proyecto muestran las diferentes posibilidades de configuración espacial que permiten estos dispositivos móviles. Éstos permiten cierta diversidad en las maneras de ocupación doméstica o bien aumentar o reducir el grado de unión entre las estancias.

(1) Holl, S.: Viviendas en Fukuoka, El croquis, nº 78.

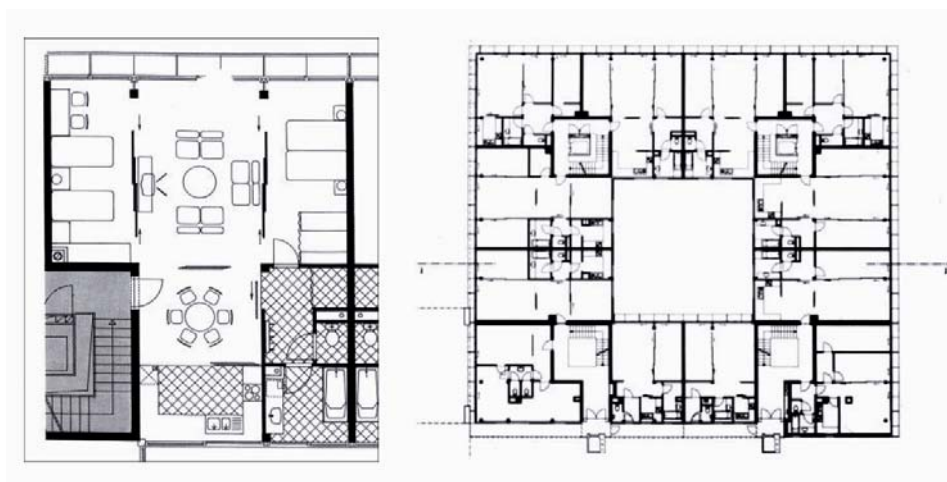


Interior de una vivienda



Holl, S.: Viviendas en Fukuoka, plantas segunda u tercera. 1991.

El arquitecto vienés Helmut Wimmer ha trabajado especialmente en el campo de la vivienda flexible. Su obra es extensa y el proyecto más interesante es el de sus viviendas de Wulzendorfstrasse de 1996. En ellas, el cuarto de estar ocupa una posición central y se comunica a ambos lados con habitaciones por medio de doubles paneles correderos, permitiendo una gran variabilidad en la configuración del espacio habitable. Una de estas habitaciones tiene además un acceso independiente que asegura su autonomía y la conecta directamente con el baño, en previsión de su uso más privado como dormitorio. Además, un espacio central, también cerrado por paneles correderos, separa la zona habitable de la cocina y sirve como recibidor y muy probablemente como comedor.

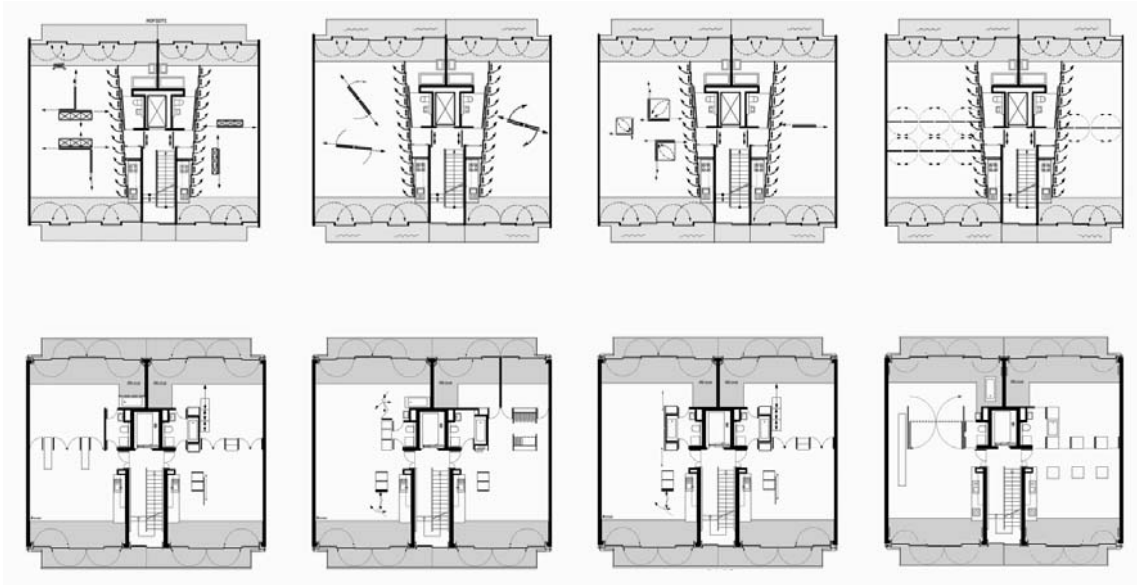


Viviendas en Wulzendorfstrasse, de Helmut Wimmer, Viena, 1996.

Más radical en el uso de los tabiques móviles es el proyecto de Wolfram Popp en Berlín, en 1998, porque las viviendas están concebidas como una caja y no como un estuche. El arquitecto alemán ofreció a los habitantes doce variantes como ejemplos de ocupación que muestran las capacidades de los tabiques móviles como herramientas para dar forma al espacio. El proyecto consta de viviendas pasantes de dos tamaños, 78 y 108 m². Las cocinas y los baños, dispuestos contra el muro que separa las viviendas del núcleo central de comunicaciones del edificio, pueden cerrarse por medio de una serie de paneles móviles independientes. Aunque en la configuración original del edificio se disponen formando una larga pantalla a lo largo de toda la vivienda, los paneles pueden ser ubicados por separado en otras partes del piso formando distintas composiciones espaciales. (1) (2)



(1) Edificio Estradenhaus en Choriner Strasse, Wolfram Popp (Berlín, 1998). Interior de una vivienda. Fuente: Typology +



(2) Edificio Estradenhaus. Variantes de distribución del espacio propuestas por el arquitecto.

Estos “ciclos de uso diario” del espacio doméstico son los que establecen Aranguren y Gallegos en su proyecto de viviendas de Carabanchel de 2004, basado en los ciclos del día y la noche. En la memoria del proyecto se explica que: “en función del día o la noche

el espacio de la casa variará, se transformará. En el periodo de máxima actividad, durante el día, las paredes se recogen y las camas se ocultan en los nichos bajo los armarios y pasillos de la espina central. Es por la noche cuando el espacio se vuelve a compartimentar y surgen habitaciones y camas para el periodo de descanso". (1)

(1) Aranguren, M.J., Gallegos, J.: (2004) Housing in Carabanchel. El Croquis, 119.

Esta concepción del espacio doméstico como un entorno programado para responder en cada momento a una serie de funciones preestablecidas por el arquitecto, que tiene que ver con la visión moderna de la casa como una máquina del siglo XX es lo que se denomina como flexibilidad *hard*, y aunque puede ser aplicable porque se dan también las condiciones en el prototipo diseñado, en principio no es objeto de estudio de esta tesis doctoral. En el prototipo se han buscado más los mecanismos que permiten las permutas de espacios a lo largo del tiempo siempre con la menor dificultad constructiva para el usuario, sin embargo, estas condiciones establecidas por las viviendas tipo *hard* con tabiques y paneles correderos también pueden ser aplicables, puesto que el espacio diáfano diseñado admite cualquier variante de distribución sean hechas con tabiquería en seco o con paneles correderos.

La principal dificultad de los paneles correderos son las interferencias acústicas entre habitaciones que alteran las costumbres y los horarios familiares e influyen en el uso que se hace de cada habitación, sobre todo cuando en la casa viven niños. El segundo gran problema es cultural y se refiere a la dificultad que muestra un gran número de usuarios para aceptar esquemas domésticos innovadores y sistemas constructivos no convencionales. Hans van der Heijden lo explica así: *"Los experimentos sobre flexibilidad con núcleo e instalaciones de muros correderos parece que quieren dar respuesta, en el presente, a esos cambios futuros. La forma arquitectónica se disuelve. La identificación con un hogar sin forma no es fácil para nadie. Estas viviendas pueden ser imaginadas como una elección, pero no teniendo una validez general. Gerrit Rietveld y Truus Schroeder fueron felices con sus tabiques correderos porque representaban su forma de vida y porque estaban colocados en su casa de una manera natural. Sin embargo, el cambio de uso en una casa raramente es tan intenso."* (1)

Mucho antes, Kant ya había dicho que la libertad de la casa *"se despliega en lo estable, lo cerrado, y no en lo abierto ni lo indefinido."* (2)

(1) Heijden van der, H. (1999), On certainty and negotiation, a+t, 13.

(2) Edelman, B. (1984) *La maison de Kant: conte moral*. Paris: Payot (citado por Eleb, M., Châtelet, A.-M. (1997) *Urbanité, sociabilité et intimité. Des logements d'aujourd'hui*. Paris: Ed. de l'Épure).

Muros y forjados activos

Es fácil imaginar el problema que ocasiona el amueblamiento abatible a la hora de formalizar el espacio para diferentes funciones. Es una molestia para los habitantes tener que empujar o plegar los muebles cada noche y volver a reubicarlos por la mañana.

Para intentar resolver este problema, Aranguren y Gallegos utilizan en su edificio de Carabanchel una estrategia clásica para la flexibilización del espacio: los muros y forjados activos (o equipados o espesos, según autores). El planteamiento consiste en establecer zonas de almacenamiento en la vivienda donde guardar el mobiliario y situar espacios de servicio como cocinas, baños, instalaciones y armarios, con el fin de permitir la mayor diafanidad posible del espacio habitable. Esta idea ya fue planteada por Le Corbusier en su proyecto para un "Inmueble en alquiler" en 1928.

En el caso de los muros activos o muros equipados, las zonas de servicio son verticales y se establecen en bandas, normalmente a lo largo de las fachadas o del perímetro de la vivienda. Menos habitual es el uso de forjados activos en los que se pueden alojar muebles, objetos, camas o incluso espacios habitables de menor altura libre como baños y cocinas. Fernando Nieto ha trabajado especialmente en el estudio de este elemento, que él llama forjado espeso y lo explica así: *"El concepto de forjado espeso alude a un tipo de cerramiento horizontal que permite un uso específico, más allá de aquel meramente estructural o separador entre pisos. Se trata de dotar de cualidad espacial al elemento constructivo mediante el grosor, que varía en función de los usos y las posibilidades de combinación entre los elementos en sección. El elemento superficial (medido en m²) se convierte en tridimensional (medido en m³), y adquiere un carácter negociable entre diferentes propiedades en altura. Asimismo, la ausencia de mobiliario en superficie permite la utilización de un espacio multiuso, flexible y liberado de obstáculos."*(1)

La necesidad de aprovechar cualquier cavidad ofrecida por el sistema de construcción en seco para mejorar la habitabilidad y la amplitud de un espacio de volumen habitualmente reducido es una idea que nos recuerda a las conexiones entre el espacio doméstico y cualquier tipo de máquina habitable como las cabinas de coches, aviones, camiones o naves. Estos han sido temas clásicos de estudio de los arquitectos modernos, especialmente de los maquinistas y los metabolistas. Aranguren y Gallegos hacen precisamente referencia al tren como objeto inspirador de sus viviendas: *"Afrontar la construcción de viviendas agrupadas y seriadas en una edificación lineal nos sugiere la posibilidad de búsqueda de paralelismos entre el mundo de la vivienda colectiva y el mundo del tren. El tren es un objeto de función sencilla (rodar) y de fines complejos (confort, resistencia, estanqueidad, velocidad) que ha colocado a la industria en la necesidad imperiosa*

de estandarizar. De acuerdo con la experiencia se ha buscado la perfección, la armonía, la exactitud, la economía de espacios.” En estos mismos términos se expresó Le Corbusier cuando proyectó el “Inmueble en alquiler” en 1928.

(1) Nieto Fernández, F. (2009). Normativa y espacio doméstico. Hacia una nueva metodología del proyecto de vivienda protegida. Congreso Hibridación y transculturalidad en los modos de habitación contemporánea. El territorio andaluz como matriz receptiva.

Estas estrategias no son aplicables a nuestra tesis debido a que pensamos que esta flexibilidad coarta las posibilidades de la vivienda a largo plazo, cuando la población envejece y las viviendas dejan de ser servibles por tener los espacios servidores a diferente cota de los espacios servidos.

Recorridos circulares: enfilades

La posibilidad de realizar recorridos circulares y la existencia de varios accesos a cada espacio de la casa es una de las estrategias de flexibilidad reconocidas en los manuales de vivienda.

Paricio y Sust explican que *“una cualidad positiva para las viviendas es que la comunicación entre las diversas piezas pueda ser doble, es decir, que para ir de una a otra pieza se puedan recorrer dos caminos diferentes. La doble circulación hace más comfortable la vivienda porque permite:*

- *La reducción de ciertos recorridos.*
- *Que se evite el paso por lugares no deseados, por el uso que tienen en un determinado momento.*
- *Que las habitaciones tengan mayor flexibilidad de uso ya que no se hipoteca su acceso por un solo recorrido.”(1)*

(1) Paricio, I., Sust, X.: (1998) *La vivienda contemporánea. Programa y tecnología*. Barcelona: Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya.

En las ya comentadas viviendas de Carabanchel de Aranguren y Gallegos, la principal ventaja que representan los tabiques deslizantes para las familias es la posibilidad de conectar directamente las habitaciones entre sí. La relación directa entre el dormitorio de padres y el de niños resulta cómoda de noche cuando éstos son pequeños. De día, la relación directa entre el dormitorio infantil y el salón permite diferentes grados de autonomía entre los hijos y los padres, según la edad de aquellos.

Esta combinación de pasillo y enfilade tiene su origen en los edificios de vivienda burguesa europeos de finales del siglo XIX. Además, las plantas longitudinales habían sido ya probadas en cuarteles y hospitales, para permitir el acceso a células o cuartos independientes a lo largo de las fachadas. Esta sucesión de habitaciones permite una circulación complementaria, paralela al pasillo central, descargándolo de uso,

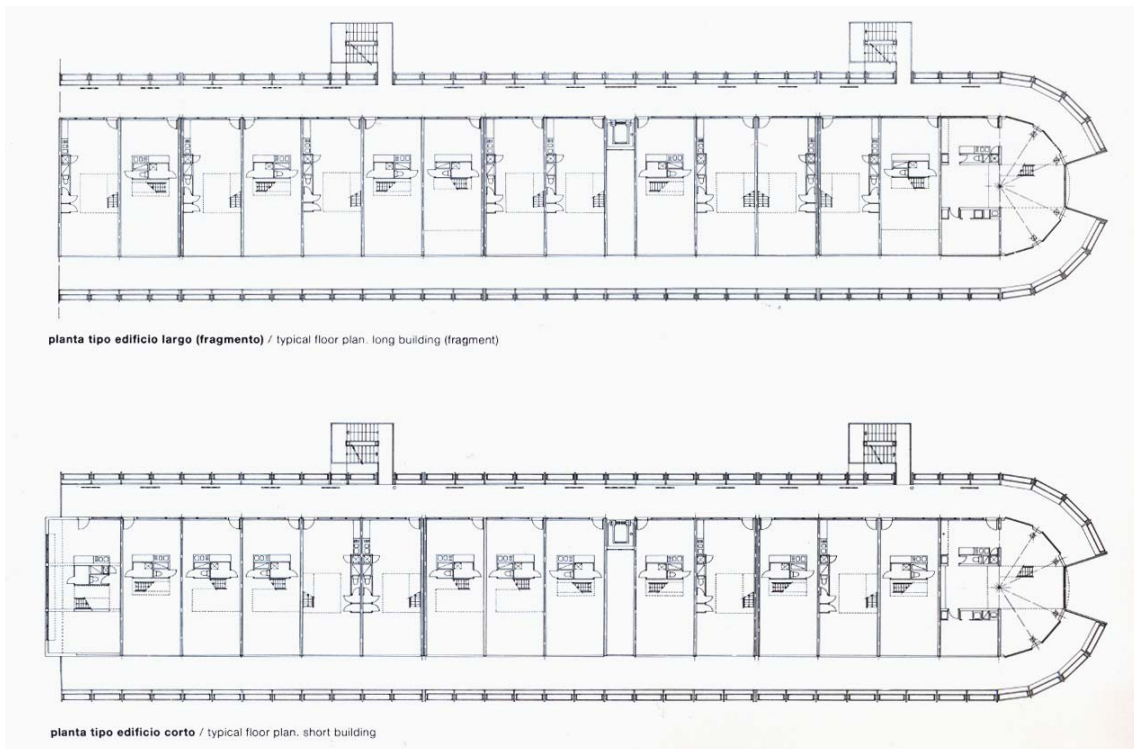
simplificando las idas y venidas entre los cuartos y diversificando los recorridos. Otra ventaja es que el encadenamiento de cuartos ofrece una mayor profundidad visual y mayor sensación de amplitud dentro de los espacios.

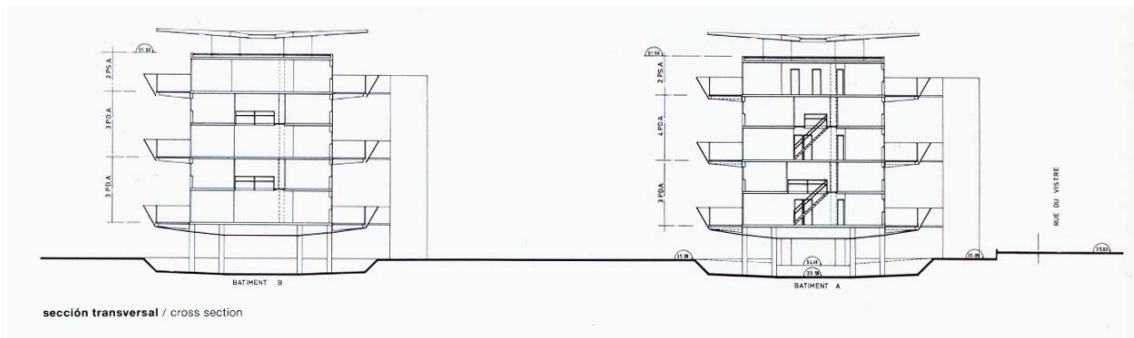
En las viviendas de Le Corbusier en la Weissenhofsiedlung de Stuttgart, la circulación entre los dormitorios a lo largo de la fachada supuso un modelo que ha sido repetido a lo largo de los años, como en el bloque de viviendas de Riegler y Riewe en Graz de 1994.



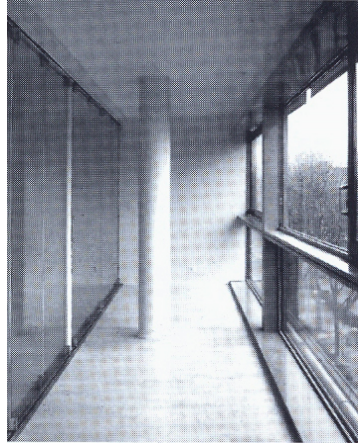
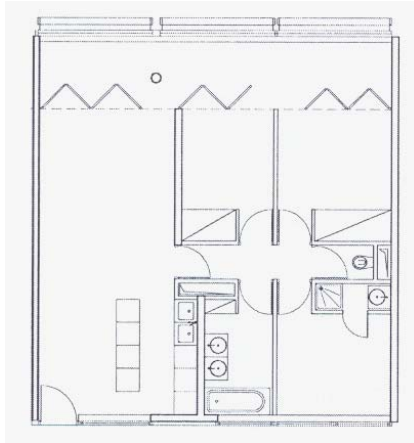
Riegler y Riewe. Viviendas en Graz, Austria, 1994.

Otro ejemplo de circulación secundaria se produce en las viviendas experimentales Nemasus de Jean Nouvel en Nimes de 1987 con una terraza abierta simétrica a la de la galería de acceso o posteriormente las de Tours (1) de 1993 con una terraza cerrada y ancha que da acceso a las estancias desde la fachada y funciona como colchón térmico.



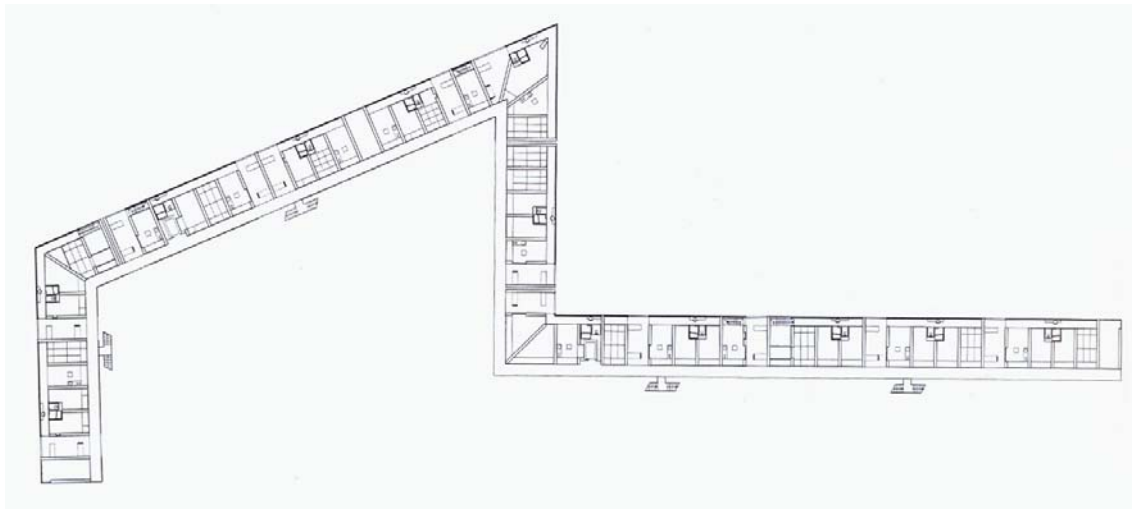


Jean Nouvel. Viviendas experimentales Nemasus en Nîmes, 1987.



(1) J. Nouvel, E. Cattani: edificio de viviendas en Tours, Francia, 1993.

Por su condición de borde y de intermedio entre el exterior y el interior, esta solución recuerda al *engawa* de la casa tradicional japonesa, también reinterpretado por Kazuyo Sejima en su edificio de apartamentos en Gifu (Japón) de 1998.





Sanaa, Kazuyo Sejima. Edificio de apartamentos en Gifu (Japón), 1998.

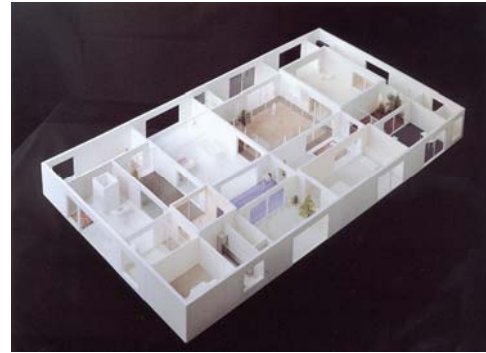
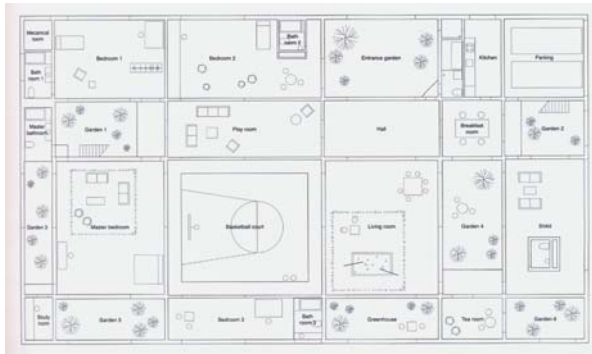
Otra variante muy extendida es el recorrido circular como en el caso de los apartamentos Dapperbuurt de Duiker y Van der Torre en Ámsterdam de 1989, en la que todas las estancias del hogar se suceden en una enfilade circular alrededor del núcleo húmedo. Los espacios pueden ir asociándose dos a dos en forma de L.



Duiker y Van der Torre. Apartamentos Dapperbuurt en Ámsterdam, 1989.

La casa matriz

Una concepción cuidadosa de los sistemas de circulación interna de la vivienda puede ofrecer un alto grado de polivalencia y, por tanto, un espacio doméstico con gran potencial de uso. Así, una casa muy permeable facilita los encuentros y las relaciones entre sus habitantes por oposición al pasillo estrecho como distribuidor separativo de los espacios domésticos. Un ejemplo reciente lo encontramos en el proyecto de la vivienda en Tangu de 2003, de Ryue Nishizawa, donde el movimiento en la casa se plantea como una actividad social. La falta de un espacio específico de circulación dinamiza los espacios estanciales y acerca a los ocupantes de cada espacio.



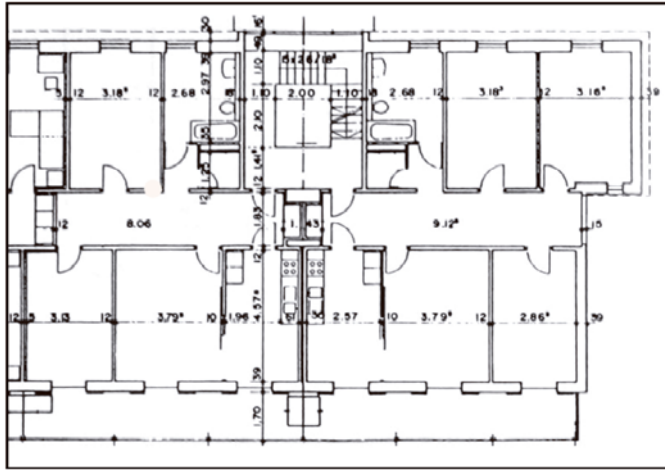
(1) Casa en Tanggu (Tianjin, China, 2003), de Ryue Nishizawa. El croquis.

La planta neutra

Las viviendas urbanas europeas premodernas de finales del siglo XIX y principios del XX se caracterizaban por una cierta indeterminación espacial. Sus habitaciones forman un conjunto equilibrado e indiferenciado de espacios similares. Algunos autores suelen llamar a estas viviendas de *planta neutra* y las podríamos definir como aquellas que comparten esta organización no funcionalista, donde las habitaciones presentan dimensiones y características similares y por tanto no existe una jerarquía espacial clara que prefije la distribución de las actividades domésticas. Una vivienda de planta neutra suele aparecer como un conjunto indiferenciado de habitaciones, a menudo formando una malla rectangular.

El etiquetado de "funciones" de las habitaciones de una vivienda social o de clase media conlleva la limitación y el control de las actividades que se realizan en las mismas. Las etiquetas designan un uso concreto de cada espacio y por tanto un esquema de ocupación de la vivienda, un modo de vida basado en convenciones sociales. Sin embargo, el diseño de una planta neutra, por comparación con la vivienda convencional, supone la reducción del cuarto común de estar y la ampliación de los dormitorios, lo que nos llevaría a una indiferenciación de los espacios que se traduce en una libertad de usos. Esta polivalencia la podemos considerar también otra forma de flexibilidad.

A esta distribución de espacios similares Léger llama la Plan Bâlois (planta basileana): un edificio de fondo reducido, con dos bandas paralelas de habitaciones independientes y de tamaño similar, separadas por un pasillo central. (1)



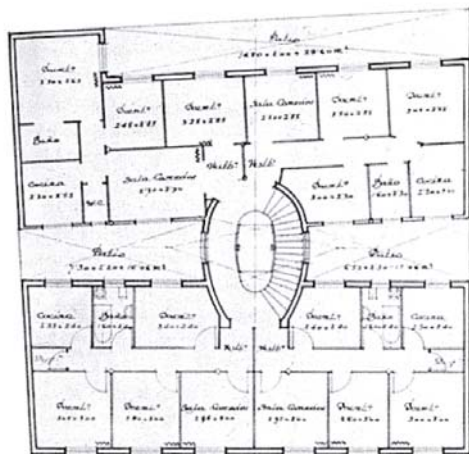
(1) Un ejemplo autóctono de plan Bâlois: las viviendas de Reiner Senn en Basilea (1993- 1994)

Un ejemplo de este tipo de polivalencia de principios de siglo XX lo tenemos en la Casa de las Flores, edificio madrileño de 1931 del arquitecto Secundino Zuazo, influenciado por sus colaboradores alemanes en el estudio, quienes habían sido educados en el estilo guillermino anterior al movimiento moderno (1). La planta deriva directamente de los bloques urbanos centroeuropeos de finales del siglo XIX y principios del XX.

Podemos encontrar antecedentes españoles muy similares, como el proyecto de viviendas de alquiler en la Calle Sandoval de Madrid, de 1927. (2)

(1) Acerca de la influencia de los arquitectos alemanes en el estudio de Zuazo, véase: Sambricio, C. (2003) Introducción, en Zuazo Ugalde, S., *Memorias de Secundino Zuazo*. Madrid: Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transporte de Madrid, ETSAM. Y: Sambricio, C. (1995) Herman Jansen y el concurso de Madrid de 1929. *Arquitectura*, n. 303.

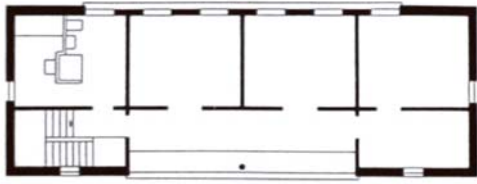
(2) Viviendas en la calle Sandoval de Madrid (1927). Fuente: Sambricio, C. (Ed.) *Un siglo de vivienda social*, Madrid: Nerea.



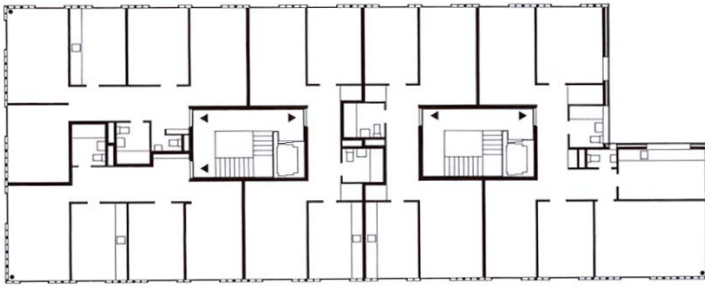
Viviendas de alquiler en la Calle Sandoval de Madrid, 1927.

Las siguientes imágenes de proyectos con planta neutra son ejemplos de flexibilidad concebidos a partir de una planta polivalente para soportar posibles cambios posteriores

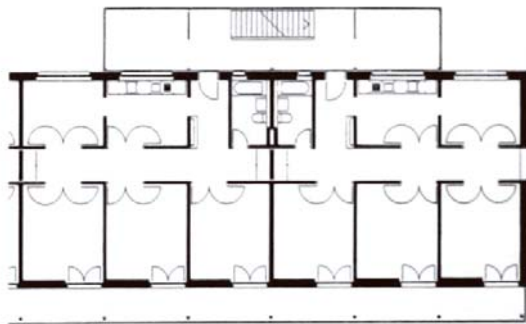
en la disposición de los tabiques, con el objeto de unir o subdividir las habitaciones o aumentar o disminuir fácilmente su tamaño:



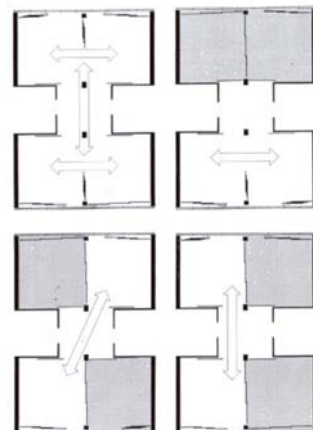
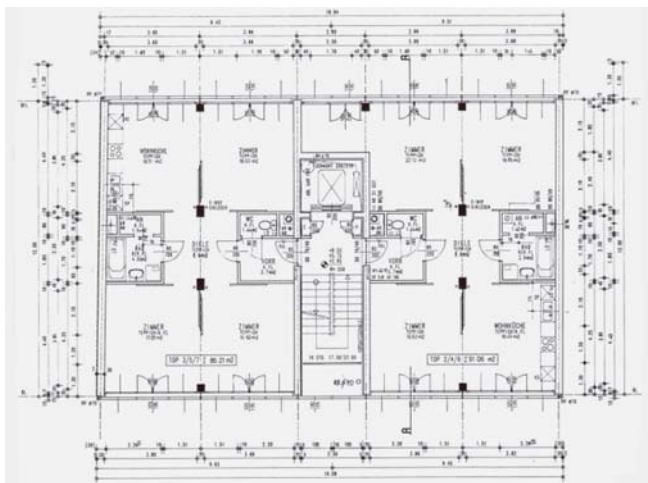
Casa Reicke en Bottmingen, de Alder (1987-1988).



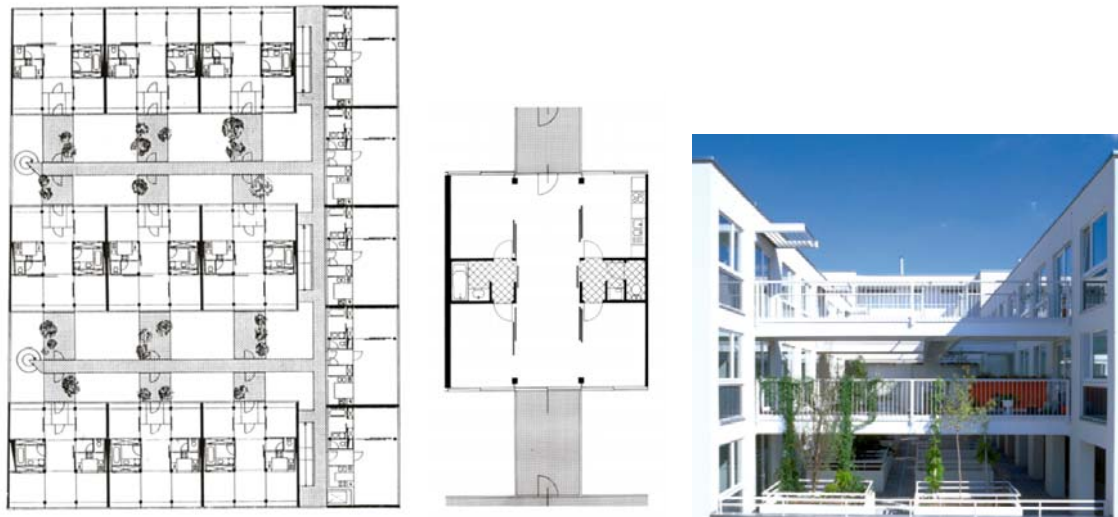
Las viviendas de Morger y Degelo en Basilea (1991-1993).



El proyecto de Kuhn y Pffifner en Lenzburg (1993-1994).



Las viviendas en Grieshofgasse realizadas por Helmut Wimmer (Viena, 1996).



Las viviendas en Donaufelderstrasse realizadas por Helmut Wimmer (Viena, 1998).

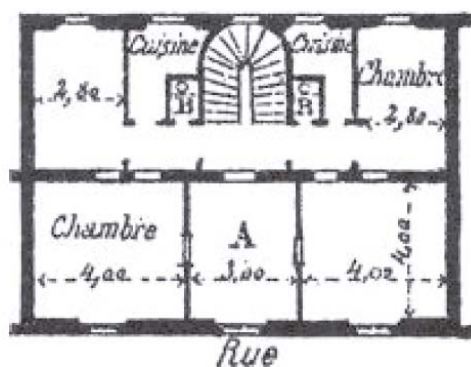
La habitación satélite

La habitación satélite es una estrategia de flexibilidad que ha sido definida por Xavier Monteys en varios textos como “Repensando el bloque, dispersando la casa” y también en su libro “La habitación, más allá de la sala de estar”:

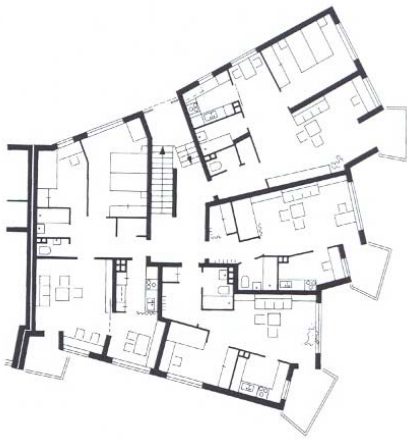
“Una habitación satélite es un elemento autónomo de la casa, situado en el bloque de viviendas que la contiene. Puede estar ubicada en cualquier parte del inmueble y servir como espacio habitable para distintos elementos de una familia. La habitación satélite se presenta como un elemento autónomo, ni busca ser un pequeño apartamento, sino más bien un complemento a lo existente, acogándose por tanto a la normativa de habitabilidad de la vivienda en su conjunto y no fundándose como una unidad separada. (...)” (1)

(1) Monteys Xavier: *La habitación. Más allá de la sala de estar*. 2014. Editorial Gustavo Gili.

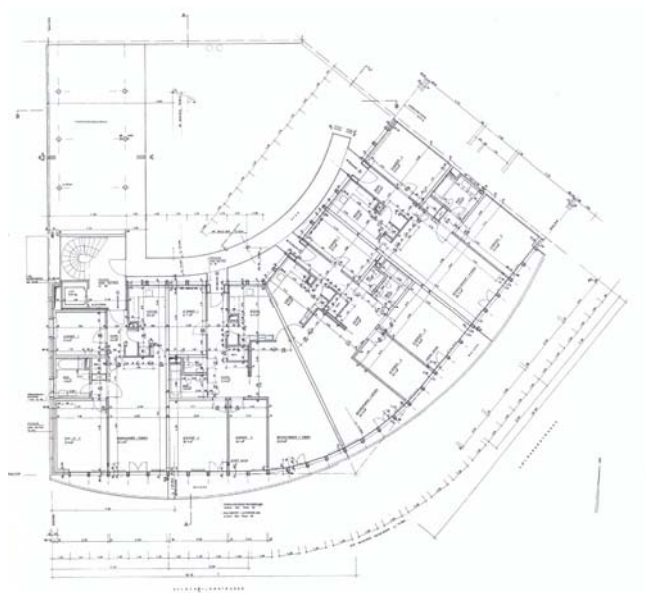
Esta idea era habitual en la Europa de finales del siglo XIX, como se muestra la planta de un bloque francés de vivienda (Circa 1900). La habitación marcada con la letra A podría pertenecer a la vivienda de la izquierda o de la derecha o bien ser alquilada de forma independiente.



Otros ejemplos que pueden ilustrar los grados de independencia de alguna habitación respecto de la casa los podemos encontrar en las viviendas Charlottenburg Nord en Berlín de Hans Scharoun (1961), en la Casa Ricarda de Antoni Bonet (1963), o en el edificio Schwitters en Basilea de Herzog & de Meuron (1988).



Hans Scharoun. Viviendas en Charlottenburg-Nord siedlung, Berlín, 1961. Antoni Bonet. Casa La Ricarda, Barcelona, 1963.



Herzog & de Meuron. Edificio de apartamentos Schwitters, Basilea, 1988. Habitación con independencia desde el vestíbulo de entrada.

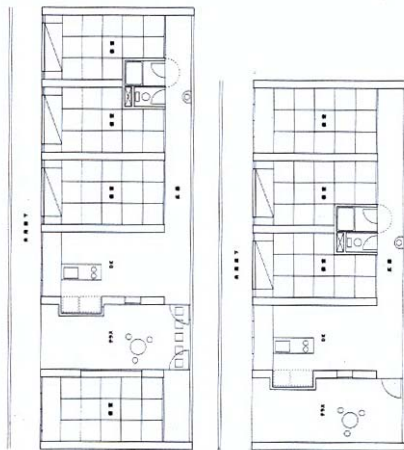
Habitaciones con acceso independiente

Una pequeña autonomía la podemos obtener colocando alguna de las habitaciones de la casa en un lugar próximo a la puerta de acceso de la vivienda y preferiblemente con un vestíbulo de entrada que sirva como esclusa entre el exterior y las zonas privadas de la casa, de forma que como explican Paricio y Sust pueda tener condiciones para dar cabida a actividades laborales que requieren el contacto con personas extrañas o bien

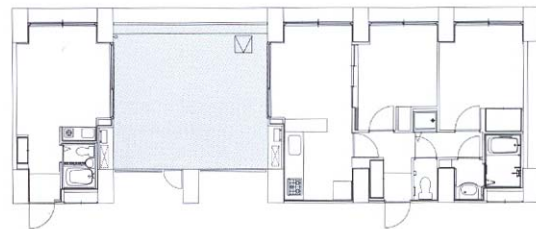
para ser ocupada por alguien que requiera de una mayor independencia del resto de los ocupantes. (1)

(1) Paricio I. y Sust X.: Las habitaciones de uso privado en *La vivienda contemporánea, programa y tecnología*. Ediciones ITEC, 2000.

Ejemplos de esta situación lo encontramos en las viviendas en Gifu de Kazuyo Sejima (1998) o en la vivienda con estudio autónomo independiente en Shinonome Canal Court en Tokio de Toyo Ito (2003).



Sanaa, Kazuyo Sejima. Edificio de apartamentos en Gifu (Japón), 1998. Plantas tipo.



Toyo Ito. Apartamento con habitación satélite y terraza privada.



Toyo Ito. Bloque de apartamentos Shinonome Canal Court en Tokio, 2003.

Un buen ejemplo de planta neutra con habitación satélite y acceso independiente se encuentra en el conjunto de 55 viviendas sociales de la Sécherie, en Nantes (2003-2008), de los arquitectos François Delhay, Sophie Delhay, Laurent Zimny, Franck Ghesquière y

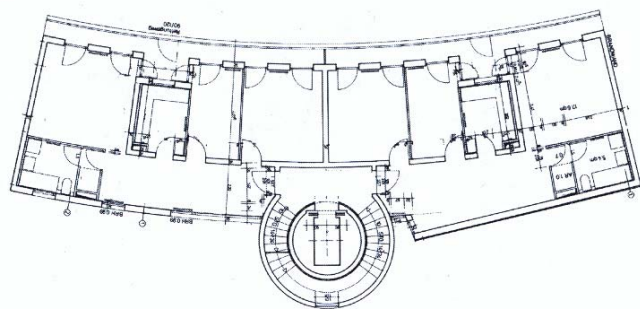
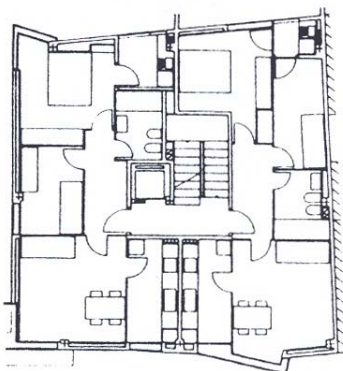
David Lecomte. Allí, las unidades se componen de un conjunto variable de habitaciones cuadradas similares, que permite, como en los demás ejemplos de planta neutra, una cierta libertad a los usuarios de organizar sus actividades y disponerlas en el espacio. Sin embargo, en la Sécherie encontramos otra importante estrategia para aumentar la polivalencia. Uno de los cuartos de la casa está separado del resto de la casa, al otro lado del jardín, de manera que su uso o las actividades que se realizan en el mismo pueden estar sujetos a ritmos e intereses distintos a los del núcleo familiar. Éstas pueden ser: la necesidad de trabajar en casa, la necesidad de subalquilar una habitación para aliviar la economía familiar, la posibilidad de acoger o integrar en la familia a un nuevo miembro que sin embargo necesita cierta independencia como abuelos o hijos mayores.



Delhay, Delhay, Zimny, Ghesquière y Lecomte. Conjunto de 55 viviendas sociales de la Sécherie, en Nantes, 2003-2008. Plantas con los cuartos autónomos y vista de la calle interior.

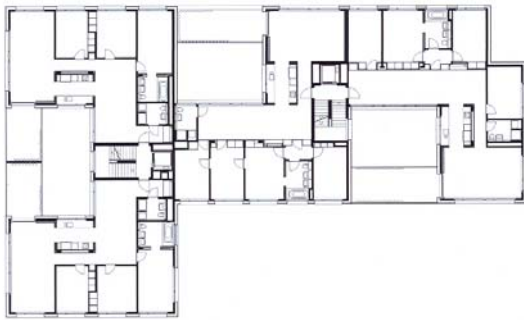
El gran vestíbulo

La necesidad de un espacio de actividad en la entrada de la vivienda, como transición entre el espacio público y el residencial interior privado, también puede resolverse con un gran vestíbulo, y un claro ejemplo de él es el utilizado en la ya citada Casa de las Flores de Secundino Zuazo. Este tipo de vestíbulo es un vestigio de la forma de vida aristocrática y burguesa utilizado como entrada y recepción a la casa, sin embargo, por su posición estratégica puede ser utilizado para “reorganizar” la casa de diversas formas.



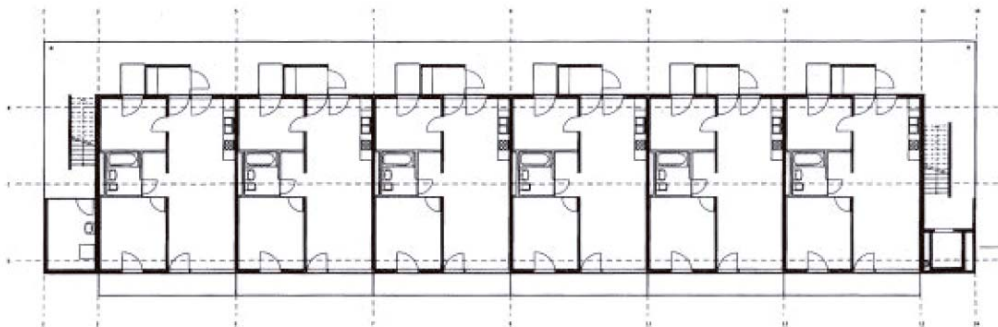
Josep Llinàs. Viviendas en el Raval, Barcelona, 1995. Kolhoff, Timmermann, Essig y Dietzsch en Berlín-Charlottenburg, 1987.

La primera y más sencilla es la de funcionar como distribuidor único de la vivienda, evitando así la disposición posterior de un pasillo. Es el caso de las viviendas en el Raval de Josep Llinàs en Barcelona de 1995. También puede convertirse en un pasillo ancho multifuncional que deja de ser exclusivamente un espacio servidor (ya que cuenta con posibilidad de amueblarse con estanterías, disponer de una mesa de trabajo lineal, aparcamiento de bicicletas) como en las viviendas de Gigon y Guyer en la Neumunsterallee de Zurich de 2007 o las de Kolhoff, Timmermann, Essig y Dietzsch en Berlín-Charlottenburg de 1987. Estas últimas además cuentan con una *enfilade* perimetral en la fachada opuesta.



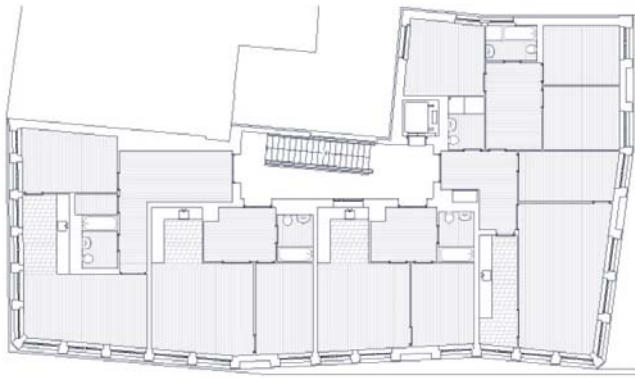
Gigon y Guyer. Viviendas en la Neumunsterallee de Zurich, 2007.

Un vestíbulo grande también puede servir como espacio de trabajo y atención a los clientes, como ocurre con la entrada multifuncional de los apartamentos de Riken Yamamoto en Tokio.



Riken Yamamoto, apartamento en Shinonome Canal Court, Tokio. Doble entrada, gran vestíbulo o habitación independiente.

En el caso de viviendas pequeñas, de tan solo una o dos habitaciones, este vestíbulo puede acoger diversas actividades para aliviar los espacios principales de la casa, pudiendo utilizarse como espacio de entrada, de distribución, de almacenaje y de transición entre los núcleos húmedos, como en las viviendas de Sergison Bates y Jean Paul Jaccaud en sus viviendas de Ginebra de 2011.



Sergison Bates y Jean Paul Jaccaud. Viviendas en Ginebra, 2011.

Estos grandes vestíbulos han sido denominados de diferentes formas. Así, Soler Montellano en su tesis doctoral lo llama *vestíbulo empoderado*, otros autores lo denominan *espacio plus*, *espacio comodín* o *media habitación* suiza en relación a esa aceptación por parte de los helvéticos y de la Administración de ese espacio complementario, que sin llegar a formar habitaciones independientes son susceptibles de albergar otras actividades domésticas.

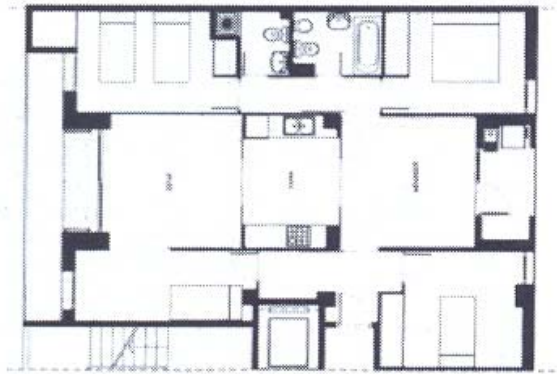
El cuarto de estar dividido

El área común de estancia en las viviendas estándar está formada normalmente por un único espacio, a veces articulado, que permite crear ámbitos diferentes, generalmente dos, uno para el comedor y otro para el estar. Su división, por tanto, en dos espacios independientes puede ser una buena solución de flexibilidad y poder simultanear actividades diferentes, en uno se puede realizar una actividad sonora como conversar o ver la televisión, mientras que en el otro se puede practicar la lectura.

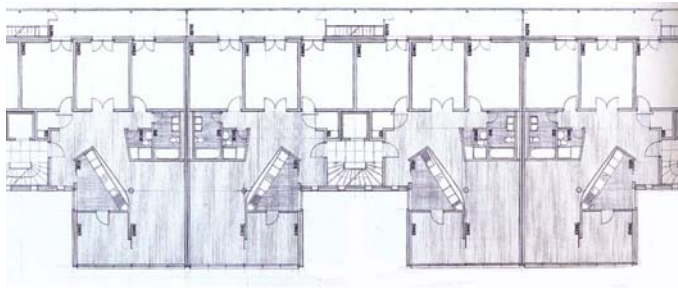
Un ejemplo de esto, realizado con panel corredero lo tenemos en el conjunto residencial de Basilea de Diener & Diener de 1985, donde además la cocina se convierte en un lugar de paso con su doble circulación. Otro ejemplo es el edificio de viviendas en Pallejà, Barcelona de Ruiz, Llimona, Recoder y Ruiz de 1996, donde la cocina central pasante divide la zona de estar en dos ámbitos, cada uno de ellos flanqueado por dos dormitorios. La relación entre los estares y los dormitorios permite una clara división de la casa en una zona de adultos y una zona de niños, en lugar de la convencional entre zona de día y zona de noche.

Según Paricio y Sust en su libro *La vivienda contemporánea, programa y tecnología* abogan por un replanteo de la sala de estar debido al aumento del uso de los aparatos tecnológicos individuales en las habitaciones: “la disminución del número de comidas

familiares, la creciente independencia de las actividades de los ocupantes de la vivienda y la progresiva e imparable pérdida del monopolio televisivo por parte del televisor en la sala de estar hacen que debe replantearse la funcionalidad del espacio común de estancia”.



Ruiz, Llimona, Recoder y Ruiz. Viviendas en Pallemà, Barcelona, 1996.



Diener & Diener. Conjunto residencial de Basilea, 1985.

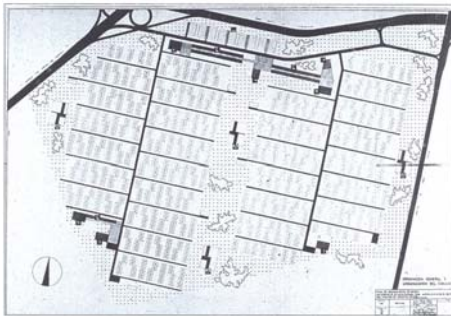
LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA - EL MÓDULO HELE

1. REDES Y RITMOS ESPACIALES

Rafael Leoz

En la España de finales de los años cincuenta, el interés por abrir el país al exterior para favorecer su recuperación económica, hizo posible que las autoridades responsables pasasen a encargar edificios institucionales y amplios programas de viviendas a una nueva generación de arquitectos emergentes para poder así recuperar el Movimiento Moderno. El edificio del Gobierno Civil de Tarragona de Alejandro de la Sota (1957), o el Pabellón español de la Expo de Bruselas de 1958 de Corrales y Molezún, son dos buenos ejemplos de esta situación.

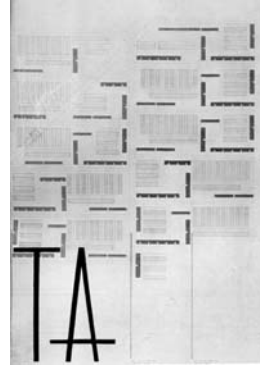
La carrera de Rafael Leoz se inicia en la segunda mitad de la década de los cincuenta, y pertenece, por tanto, a este grupo de jóvenes arquitectos españoles que en unas condiciones difíciles recuperaron el discurso moderno tras un largo y oscuro paréntesis. El edificio de la embajada española en Brasilia, junto con el conjunto de viviendas experimentales de Torrejón de Ardoz (Madrid), ambos proyectados a principios de los setenta, son sus dos obras más importantes, fruto de una importante reflexión teórica, de la que su autor eliminó toda referencia a los vínculos que la ligaban con experiencias como las que llevaban a cabo los integrantes del Team X (que propugnaban las ideas de asociación, identidad y flexibilidad).



Rafael Leoz y Ruiz Hervás. Poblado Dirigido de Orcasitas, 1958-1963

Los primeros proyectos de Leoz, en colaboración con un grupo de compañeros de carrera, se dirigieron a la construcción de conjuntos de viviendas sociales. Así construyó el poblado Dirigido de Orcasitas (1958-1963) junto a Joaquín Ruiz Hervás. Tras cinco años de experiencia profesional con una actividad intensa, porque la gerencia de los poblados y la autoconstrucción suponían una entrega absoluta al proyecto los siete días de la semana, abandona ésta (1960) para dedicarse a la reflexión teórica, encaminada

a la investigación en la “arquitectura social”. Una de las primeras ocasiones en las que el fruto de su trabajo es expuesto y debatido, es en la VI Bienal de Sao Paulo en 1961, en la que presenta sus investigaciones sobre la “División y Organización del espacio arquitectónico”, que será un paso previo para su trabajo sobre el “Módulo Hele”.



Rafael Leoz y Ruiz Hervás. Poblado Dirigido de Orcasitas, 1958-1963

Portada de la revista Temas de Arquitectura n. 22, 1961. Poblado Dirigido de Orcasitas, Madrid, 1960

Con la experiencia de estos años en los poblados, Leoz se dio cuenta de que el problema de la vivienda había desbordado las técnicas y prácticas arquitectónicas tradicionales, que había que abandonar la artesanía en el campo de la construcción y que había que entrar de lleno en el seno de la Industria. La primera motivación en el ideario de Leoz era la industrialización de la vivienda y la arquitectura. Para Leoz, en sus primeros escritos, *“la industrialización no era una opción sino una decisión imperiosa e inevitable”*. (1) De este modo se unía a las ideas de la Deutsche Werkbund y la Bauhaus y a la máquina de habitar de Le Corbusier, una corriente teórica extendida pero que había iniciado ya un proceso de revisión.

Leoz se decantó por la búsqueda de unas *“leyes de armonía que tiene sus raíces en el clasicismo y que a través de unos invariantes matemáticos abren ilimitados horizontes en el futuro de la arquitectura como bella arte”*. (2)

(1) Rafael Leoz. Redes y ritmos espaciales. Editorial Blume. Madrid 1969.

(2) Curriculum Vitae de Rafael Leoz.



¿vamos por buen camino? Artículo de Rafael Leoz en la revista Temas de Arquitectura n. 18

En 1960, en su primer artículo en el que eligió una foto de un avión para ilustrar el texto de su reflexión *“¿Vamos por buen camino?”*, Leoz criticaba el retraso de la arquitectura contemporánea a excepción de la industrial. En el análisis de las causas de este retraso, Leoz subrayaba el empeño de la arquitectura por la *“originalidad a ultranza”* con *“desprecio de todo lo que los demás hicieron”*. La *“sinceridad y honradez de las grandes épocas”* de la historia arquitectónica, según Leoz, era el legado perdido ahora por el afán de la originalidad, en la que el arquitecto delante del tablero debía inventarlo todo, y se *“resuelven los problemas en muchas ocasiones con ligereza, cuando un somero y superficial estudio nos demostraría que ya se había encontrado, en la mayoría de los casos, por un arquitecto de más talento, una solución mucho mejor que la que adoptamos para resolver nuestro problema”*.

Para Leoz, copiar la técnica contemporánea era un deber más que una mera posibilidad, debido a que la arquitectura aun siendo un arte, a diferencia de las artes puras, tiene una misión fundamentalmente social, pues tiene contraída con la sociedad una gran responsabilidad sobre todo de tipo económico, en contra de lo que ocurre con el artista puro. La belleza se alcanzaría en arquitectura como premio a la honradez y sinceridad, y para ello hay que colaborar con la industria para solventar los problemas de la seriación, normalización y sistematización de elementos y añade que *“combinados luego por nosotros compondrán los conjuntos arquitectónicos y acometer la búsqueda del elemento modular fundamental”*.

“Lo primero que tenemos que acometer con urgencia es la mejora, seriación y sistematización de los elementos que vamos a manejar en nuestro oficio. En las demás ramas de la ciencia y de las técnicas actuales, el rigor científico técnico conduce a la eficiencia, dentro de la economía (...) y una vez alcanzada la eficiencia con economía habrá que buscar la belleza, o más bien habrá que buscar las dos cosas con simultaneidad”.

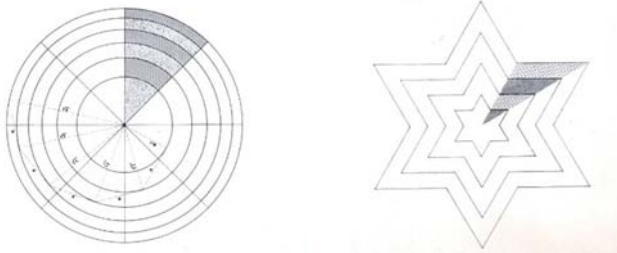
En octubre de 1960, unos meses después de la publicación del primer artículo sobre el Módulo Hele en la revista *“Arquitectura”*, tuvo lugar en San Sebastián una reunión de arquitectos, en la que Leoz explicó a Coderch sus primeras investigaciones. Desde este momento, Coderch le puso en contacto con Jean Prouve, y Leoz se trasladó a París para entrevistarse con él a finales de 1960. A partir del interés mostrado por el constructor francés en las teorías de Leoz, se inicia entre ambos una amistad que perduró en el tiempo y que llevará a Leoz a elegir a Prouve como prologuista de su libro *“Redes y ritmos espaciales”*. Tras el posterior éxito internacional de Leoz en la VI Bienal de Sao Paulo de 1961, donde presentó sus hallazgos teóricos sobre la *“División y organización del espacio arquitectónico”* en el pabellón español, obteniendo Mención Especial Honorífica, fue

Prouve quien gestionó el primer encuentro con Le Corbusier en 1962, tras el cual ambos promovieron la presentación de la teorías de Leoz en París, en una conferencia en el llamado “Cercle d’Études Architecturales”.

Redes espaciales

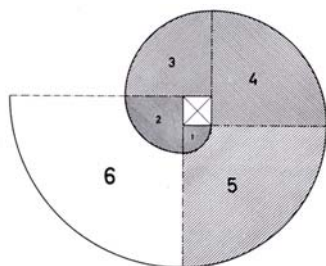
En su libro “Redes y ritmos espaciales”, Rafael Leoz trata de buscar un camino metodológico de diseño para desarrollar una sistematización del proyecto de la forma y el espacio arquitectónico, basado en la geometría y apoyado en leyes combinatorias, con el propósito de facilitar la industrialización, prefabricación y procesos constructivos en general, para producir una mejor arquitectura social, sobre todo en el tema de la vivienda.

Su objetivo principal era encontrar un tetraedro único que pudiera servir como pieza común a todos los poliedros, algo así como encontrar en geometría el “origen de la vida”. Para él existen dos tipos fundamentales de redes espaciales sistematizadas, dos formas principales de dividir o compartimentar el espacio tridimensional cartesiano obedeciendo a un sistema o a unas normas y no de una forma arbitraria.



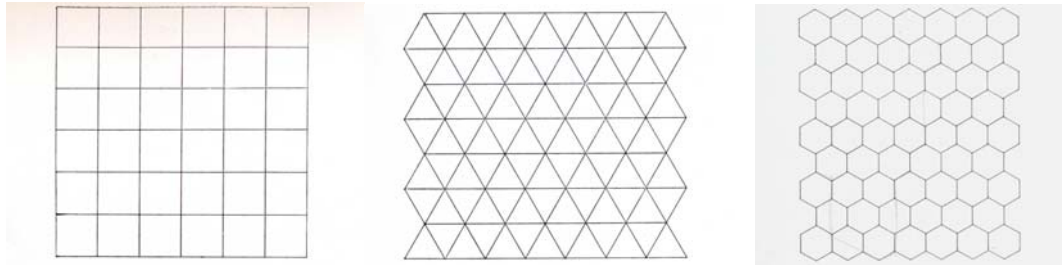
Red con punto singular central

Una de esas formas es aquella que da lugar a redes que tiene un punto singular central, que es el que sirve de punto de partida o de centro de desarrollo inicial. Así se pueden disponer desde ese origen de una serie de esferas o de cuerpos de simetría central, que serán siempre cada vez mayores y concéntricos, pudiendo a llegar a crecer infinitamente. También se pueden construir retículas planas radiales, partiendo de curvas espirales de distintas clases, pero que tengan su origen en un punto singular, origen del desarrollo, como en la espiral de fibonacci.



Espiral de fibonacci

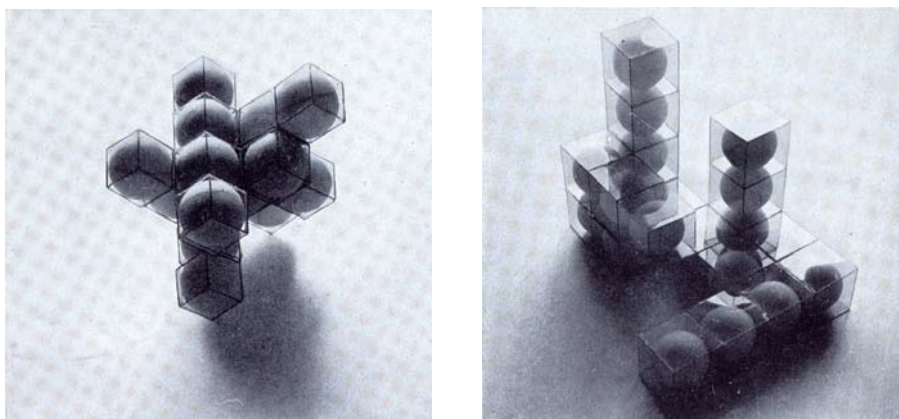
La segunda es la que tiene infinitos puntos centrales de simetría radial, todos con la misma jerarquía. Como ejemplo de esta forma de dividir el espacio, se pueden disponer de una serie de infinitas esferas o poliedros, cuyos centros están dispuestos equidistantes entre sí. Estos cuerpos pueden no tocarse entre sí, ser tangentes o bien secantes.



Redes con infinitos puntos de simetría radial

El primer grupo de redes espaciales no permiten producir tipos repetidos en serie al resultar la partes divisoras o celdas de diferentes tamaños a medida que se alejan del centro de simetría, por tanto, para la sistematización armónica del espacio arquitectónico y su industrialización resultan de poco interés. Sin embargo, el segundo grupo sí que pueden dar organizaciones en el espacio, en que sus partes sean divisores iguales en todas las direcciones que se hayan tomado desde el punto que se ha considerado como centro del dominio infinito en el que moverse. Se pueden producir redes planas compuestas de dos o más clases de polígonos (cuadrados, rectángulos, triángulos equiláteros, hexágonos) distribuidos uniformemente sobre el plano.

En este segundo grupo, con los cuerpos poliédricos iguales que dividen el espacio, se pueden conseguir que estén en contacto unos con otros sin dejar hueco o vacíos de espacio entre ellos, y esta cualidad es la más interesante para los objetivos arquitectónicos; es decir, que cada vértice, cada arista y cada cara de uno de ellos sea coincidente con los vértices, aristas y caras del contiguo correspondiente.



Redes espaciales sin huecos entre ellos

Solo existen cuatro poliedros con simetría central capaz de macizar el espacio tridimensional. Los cuatro son susceptibles de ser inscritos en una esfera. Estos son: el cubo, el prisma recto de base hexagonal, el rombododecaedro, y el heptaparaleloedro o poliedro de lord kelvin.

Formada cada una de estas cuatro retículas espaciales distintas como cuatro prototipos de redes espaciales, se pueden someter cada una de ellas por separado y en todo su conjunto a deformaciones geométricas, que se podrían traducir en "alargamientos" o "achatamientos" en una sola dirección o en varias distintas y simultáneas direcciones, dando lugar después cada una de estas transformaciones a nueva retícula espacial, donde las dimensiones lineales y angulares habrán cambiado total o parcialmente, pero conservando la propiedad fundamental de macizar completamente el espacio tridimensional.

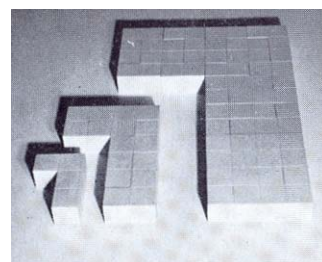
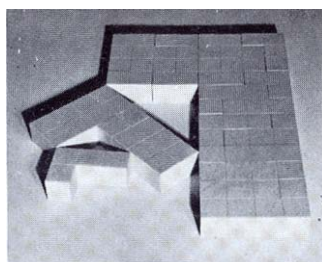
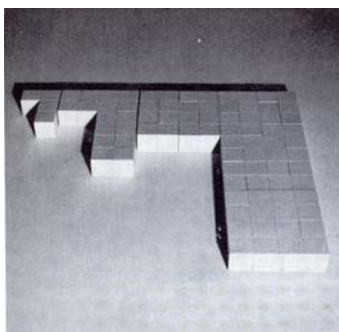
Ritmos espaciales

Estas redes espaciales de poliedros se pueden proyectar sobre una retícula plana, y en una primera fase, utilizan el cubo, se obtendría una retícula plana formada por cuadrados.

Así con tres cuadrados se puede formar una L, con cuatro se puede formar una T, también otro cuadrado superior o bien una L asimétrica. Esta última forma resultante ofrece además muchas ventajas porque colocándola asimétricamente, se pueden obtener combinatoriamente soluciones simétricas.

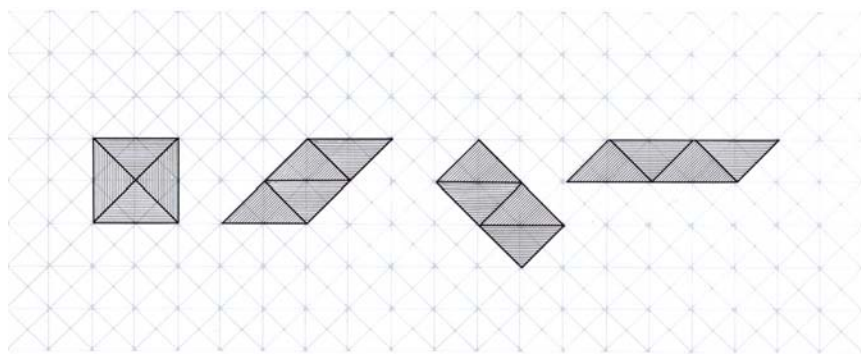
Goethe escribió: *"En cada uno de los reinos animales existe un perfeccionamiento de las formas inferiores hacia las superiores. A este avance de dominio hacia el siguiente corresponde una pérdida de simetría. En el ser menos perfecto, más primitivo, el total es más o menos igual a las partes. En el más perfecto, en el más evolucionado, el total no es parecido a las partes"*.

Es decir, el cuadrado formado por cuatro cuadrados es más primitivo o elemental que la L asimétrica formada también por cuatro cuadrados. En un punto intermedio estaría la T de cuatro cuadrados o la L simétrica de tres cuadrados.

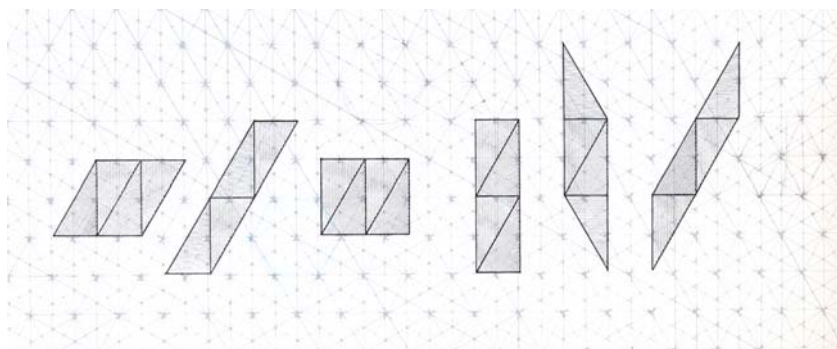


Con cuatro cubos tumbados en planta se puede formar una L asimétrica, con 16 cubos agrupados se puede volver a obtener un perímetro semejante, y lo mismo con 64, con 256,... y así sucesivamente. La combinación de estos cubos en múltiplos de cuatro unidos al menos por una cara da como resultado una multitud de formas distintas de combinación y de un gran interés desde el punto de vista armónico para la arquitectura. Si se proyectan el resto de los poliedros fundamentales sobre un plano utilizando planos ortogonales que pasen por dos de sus vértices se pueden obtener tres tipos de redes fundamentales que son las siguientes, basadas en tres triángulos de particular interés. Éstos son el triángulo de la escuadra, el triángulo equilátero y el triángulo del cartabón, de los cuales se pueden deducir tres tipos de redes:

La red de la escuadra (se genera a partir del cubo): está formada por dos catetos iguales. Consiste en subdividir el cubo en secciones planas que pasan por dos de sus vértices. Cuatro escuadras conforman un cuadrado y se pueden obtener redes con posibilidades de giros de los ángulos 45° , 90° , 135° y 180° .



La red del cartabón (se genera a partir de un prisma hexagonal regular): sus proyecciones conforman seis triángulos equiláteros, del que a su vez resulta un elemento básico de cuatro cartabones que conforman un paralelogramo.



La red hemipitagorica (se genera también a partir del cubo): pero las proyecciones se originan en los puntos que forman los ángulos del cartabón. Se unen dos cartabones a través de la hipotenusa, y al ser un cateto el doble del otro, se puede formar con cuatro

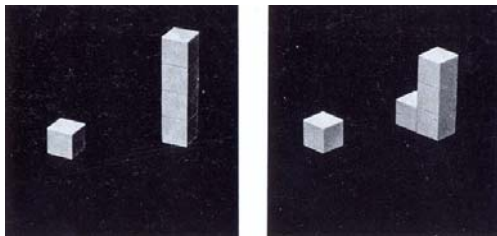
cartabones un paralelogramo. Se pueden obtener redes con los giros que genera un cartabón.

*Introducir pequeños esquemas dibujados.

*Insertar fotografías de redes del libro

Estas redes y ritmos tienen una potencia extraordinaria de posibilidades espaciales, no solo en la red cúbica sino en las tres redes prototipos restantes. En Arquitectura, cuando se repite muchas veces el mismo programa como ocurre con los conjuntos de viviendas, en todo edificio hay dos partes singulares, que se tratan de distinta forma que el resto del edificio, y estas dos partes son: la cimentación y la cubierta. El resto del edificio, que es la parte habitable, en un porcentaje muy elevado del total, son porciones construidas entre rebanadas de planos horizontales, equidistantes o no.

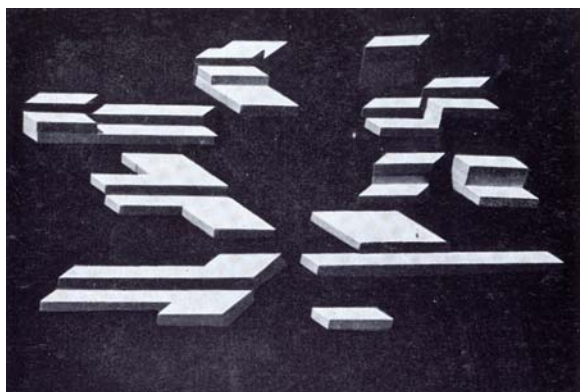
Si se estudia la red espacial formada por cubos tenemos dos unidades rítmicas que son:



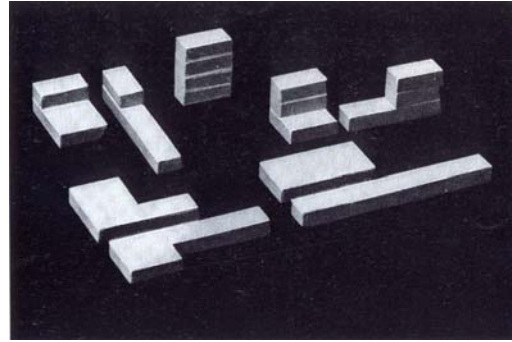
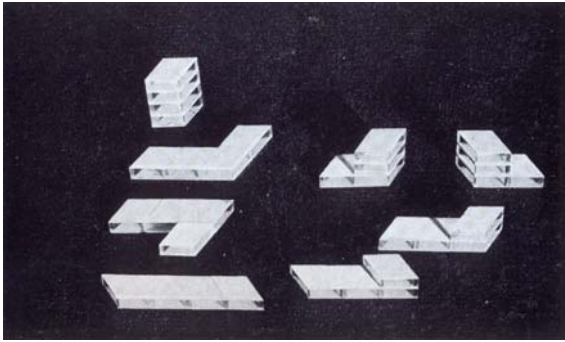
Estas dos unidades rítmicas o módulos tienen, al referirlos al plano horizontal, las siguientes posiciones:



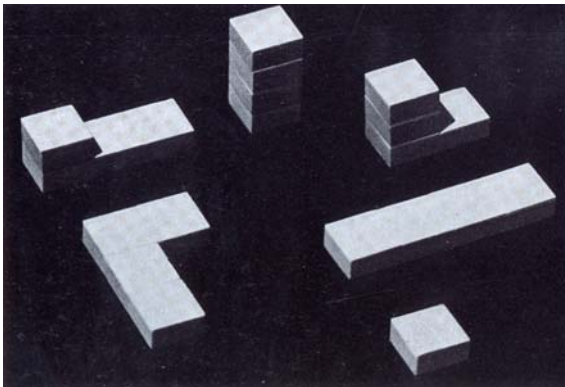
Podemos deformar el cubo y obtenemos prismas rectos de base un paralelogramo cualquiera.



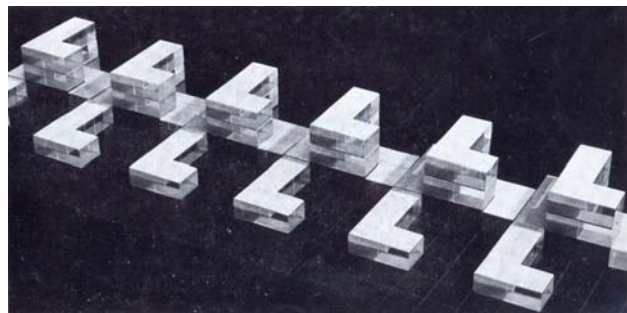
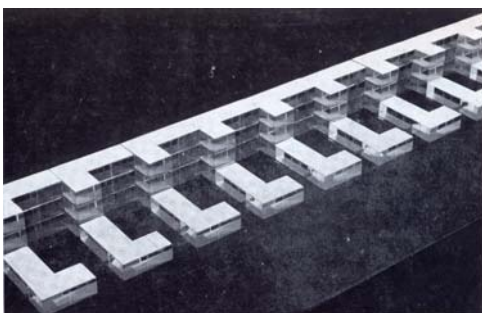
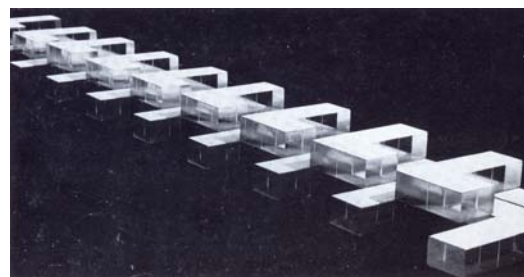
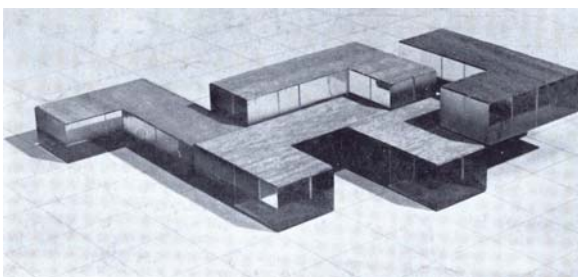
Si el paralelogramo es un rombo, el número de módulos arquitectónicos es de ocho y si la base del paralelogramo es un rectángulo, el número es de nueve.

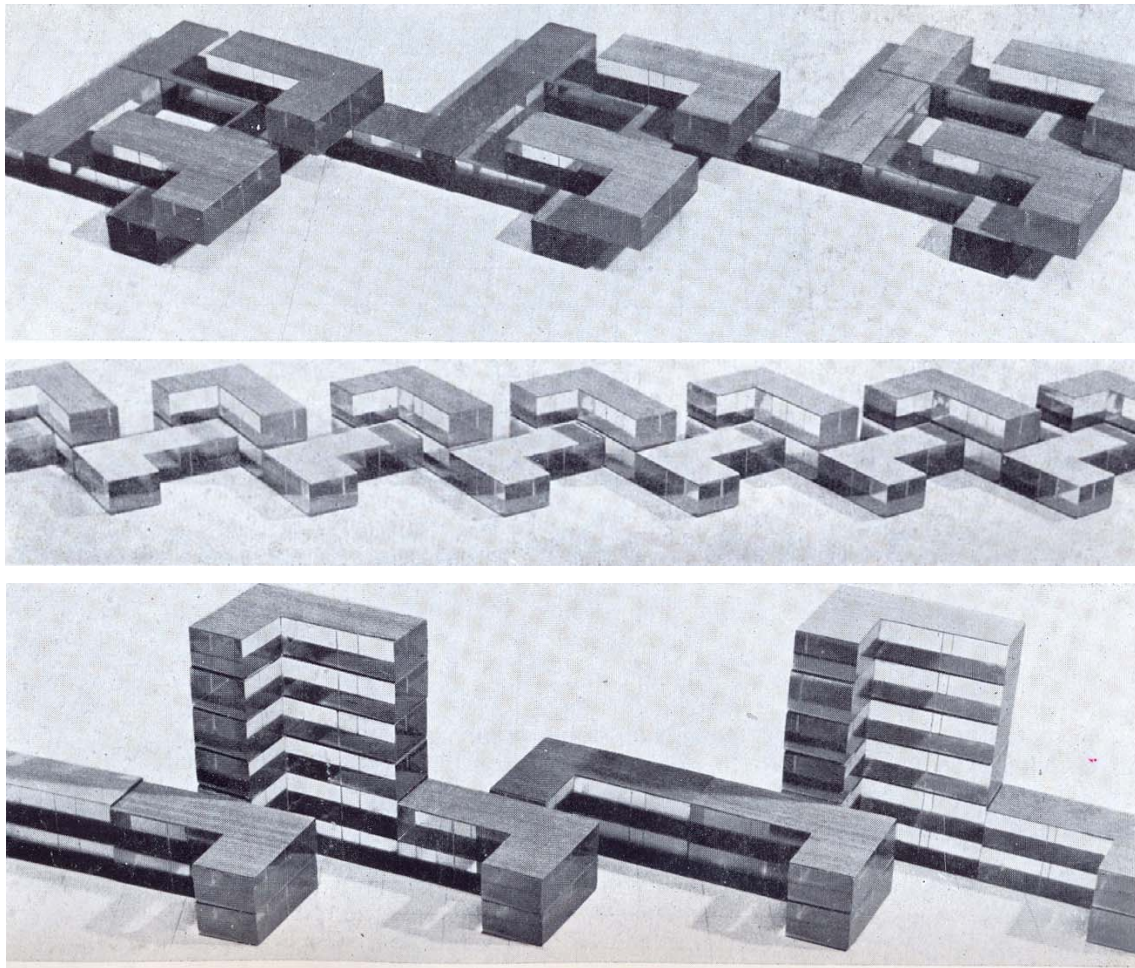


Y por último, si la base es un cuadrado, el número de módulos distintos, es de tan solo cinco.



Se pueden someter estos dos cuerpos en las cinco posiciones distintas que tiene con respecto al plano horizontal a una deformación que puede ser simplemente la reducción de la altura, y así lo que se hace es “arquitecturizarlo”. Estos cinco volúmenes ya “arquitecturizados” sirven para componer espacialmente, lo mismo que los patrones o matrices; pero con mentalidad arquitectónica y no escultórica.





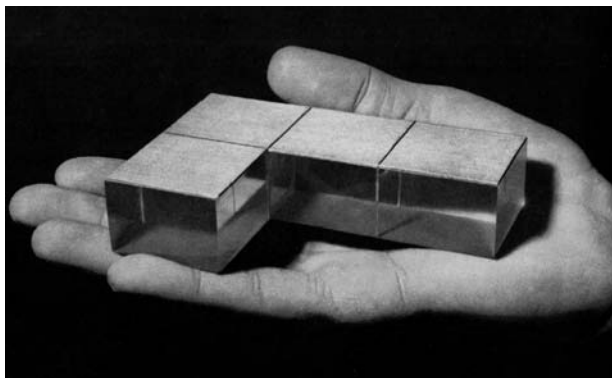
Composiciones arquitectónicas con el módulo L asimétrico

Con la red cúbica más las tres redes triangulares se obtienen una gran variedad de formas planas y volumétricas distintas. Dos ritmos formados por cubos se combinan de 124 formas distintas entre sí, tres cerca de 12.000 y cuatro en más de 200.000, materializando una retícula espacial que ya existe teóricamente en potencia en el espacio tridimensional cartesiano. Éste es un potencial enorme para la sistematización armónica de la industrialización en la Arquitectura. Se puede conjugar con muy pocos elementos distintos industrializables que consiguen un repertorio infinito de formas finales: *“lo que estamos haciendo al formar los elementos modulares, tanto planos como volumétricos, es crear “moléculas” arquitectónicas, partiendo de “átomos” arquitectónicos, y ello con una gran disciplina conceptual”*.

El módulo Hele

El módulo Hele (fig. Módulo Hele, tomada de Arquitectura n. 15. 1960), acróstico de los apellidos Hervás y Leoz, y juego de palabras con la figura de la L, es la primera intuición

materializada en forma de propuesta teórica por parte de Leoz. En el libro "Redes y ritmos espaciales" era uno más de los diferentes ritmos espaciales de la investigación. La presentación del módulo Hele en el sumario de la revista Arquitectura nº 15, lo describía como un *"sistema de composición, inventado por ellos (Hervás y Leoz) para Urbanización y Vivienda principalmente, aunque su utilidad se extiende a otros campos de la arquitectura"*. El artículo es en realidad un extraordinario compendio de material gráfico, con varios dibujos y decenas de fotografías de las maquetas que explican las posibilidades constructivas del módulo Hele, muchas de las cuales fueron posteriormente reutilizadas en su libro.



En una breve introducción al artículo, se explica que durante la búsqueda de soluciones de problemas de economía, al probar elementos de máxima sencillez que pudieran ser repetidos apareció el módulo Hele de manera intuitiva. Posteriormente gracias a los estudio de las redes y ritmos espaciales que generaba este módulo, Leoz fue consciente de que esa intuición era sólo la punta del iceberg de unas leyes espaciales y modulares que, sin duda, son la gran aportación de Leoz a la historia de la arquitectura española. Pretender industrializar, querer resolver problemas de economía tan necesariamente sentidos en aquel momento, y descubrir en el proceso de la investigación que existe un camino completo y casi sin desbrozar, en el que se pueden hallar leyes espaciales aplicables a la arquitectura por la vía de la industria, se convirtió en el gran hallazgo que deslumbró al propio Leoz, y que excitó igualmente a aquellos que habían intuido que esa vía podía ser una fuente de soluciones extraordinarias, como a Prouve y Le Corbusier. (1)

(1) Jesús López Díaz. El módulo HELE de Rafael Leoz. Una historia de contradicciones: del éxito internacional a la difícil relación con la arquitectura española.

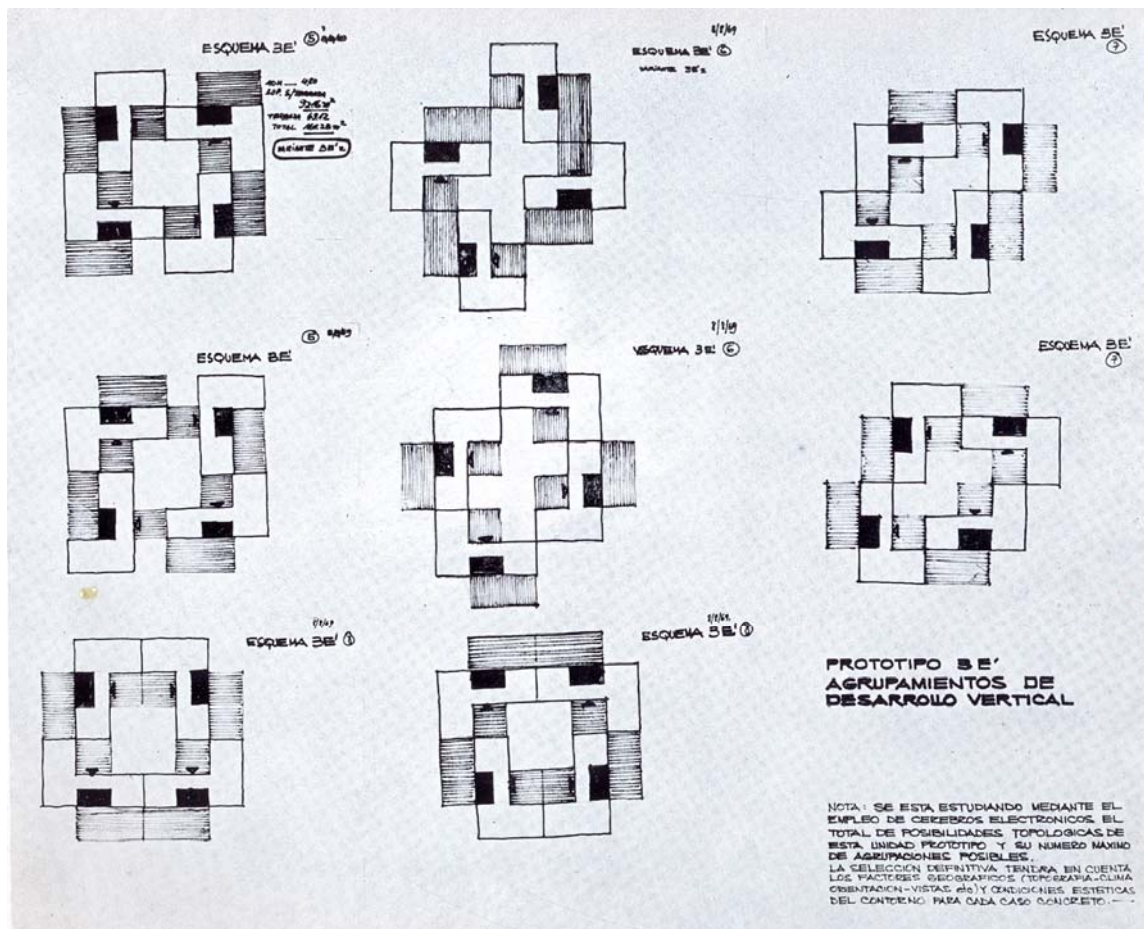
El módulo Hele es un prisma con base en forma de L formado por cuatro cuadrados iguales, o cubos si se trabaja en volumen. Esta disposición en ángulo recto es la que permite construir más económicamente según Leoz: *"mientras exista la fuerza de la gravedad, las estructuras espaciales más económicas y que trabajan mejor estáticamente son*

las estructuras reticulares de soportes verticales, y si la retícula en el plano horizontal es ortogonal o una cuadrícula, mejor que mejor". (1)

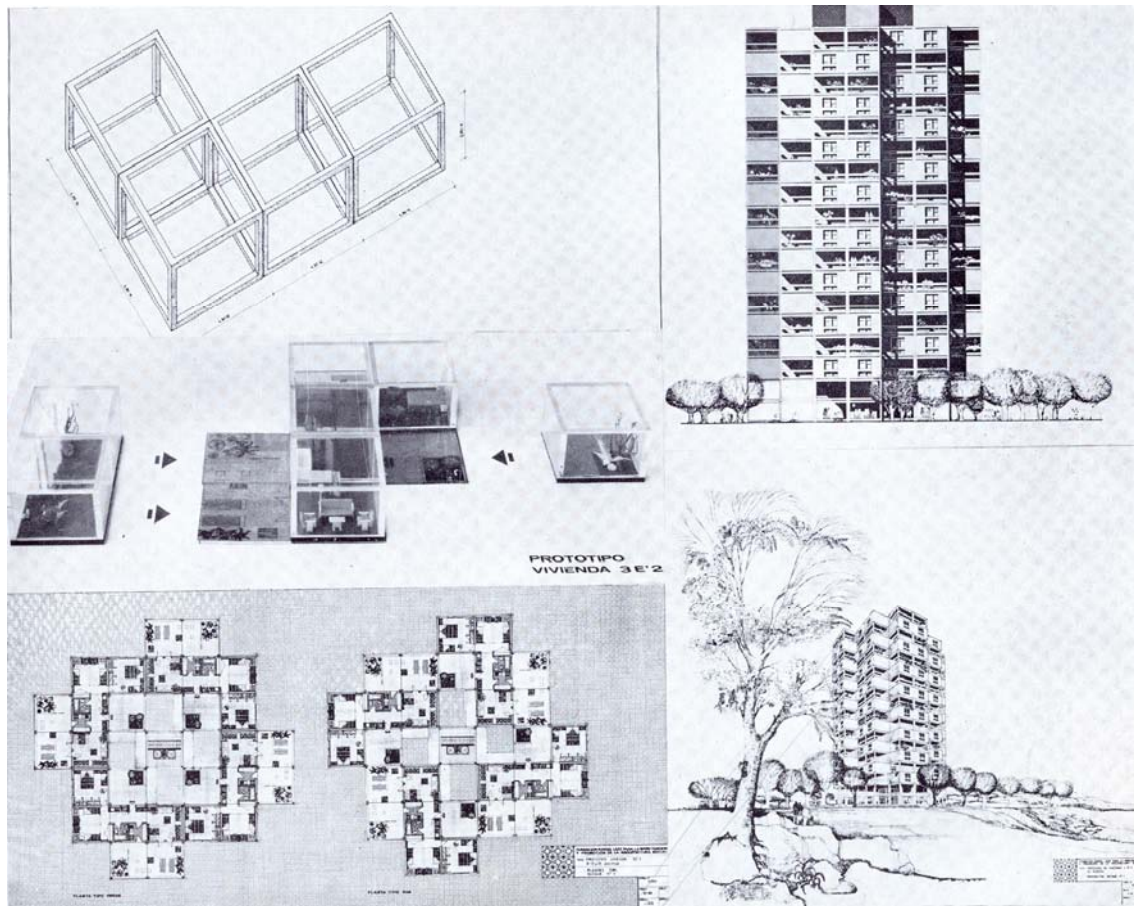
(1) Leoz, R. Ruiz Hervás, J. "Un nuevo módulo...". Cita p.22 revista.

La división de un cuadrado en cuadrados menores y la combinación de elementos que macicen el cuadrado, o que sean capaces de construir esas mismas formas con el menor número de elementos hace que el módulo Hele sea el más económico. La combinación de dos Heles entre sí permite 123 formas diferentes, mientras que las otras dos figuras resultantes de la combinación de los cuatro cuadrados, solo ofrecen 30 y 24 posibilidades.

El siguiente paso consistía en justificar las ventajas de la prefabricación del módulo Hele, pues al tener la misma base cuadrada todos los elementos, forjado y vigas, por grande que sea el conjunto favorece que sólo se maneje un único módulo. Esta limitación de ceñirse a un elemento y posteriormente a una trama o plantilla, como sugiere su libro Redes, será uno de los puntos más discutibles y menos capaces de asimilar por los arquitectos de su época. Este módulo, como solución económica, así como sus leyes de la proporción modular, tuvieron un gran éxito en lugares con carencias por la vivienda social como en América Latina, donde estaban surgiendo grandes megalópolis.



Estudios para el prototipo SE' y su desarrollo vertical



Prototipo de vivienda 3E' en vertical con el módulo Hele

Tras su gira iberoamericana y tras el éxito de Sao Paulo, dando conferencias en Río de Janeiro, Bogotá e incluso en Nueva York, Leoz decide dar a conocer su ideario sobre la división y organización del espacio arquitectónico en una conferencia en el Colegio de Arquitectos de Madrid en 1962. El resultado fue una división de opiniones entre los que lo defendieron como Luis Moya, Secundino Zuazo y Coderch y los que se mostraron críticos como Oiza y Fisac, siendo estos de su generación y aun habiendo utilizado Oiza la modulación en la construcción de viviendas sociales (como en el poblado de Entrevías) y Fisac investigado sobre los elementos prefabricados (muchas de ellos patentados).

Oiza, recordando las buenas intuiciones que le habían expresado los ritmos, números y medidas por Le Corbusier en el Modulor, recomendó a Leoz que incorporara el tema de la escala y la medida a su pieza, y así Leoz posteriormente incorporó su Serie Amarilla como continuadora de las series Azul y Roja del Modulor de Le Corbusier.

En 1968, publica su libro "Redes y ritmos espaciales" que había escrito tres años antes. El módulo Hele protagonizó dos películas documentales, concebidas y dirigidas por el arquitecto, una primera, con este mismo título, presentada en el IX Congreso de la UIA en Praga en 1967. En 1969, Rafael Leoz constituyó la "Fundación Leoz para la

Investigación y la Promoción de la Arquitectura Social". En ese mismo año, en el X Congreso de la UIA en Buenos Aires, Leoz presentó su segunda película titulada "Arquitectura hacia el futuro", donde aparecían las últimas investigaciones realizadas por el equipo de la Fundación bajo su dirección, en la que recibió el máximo galardón.

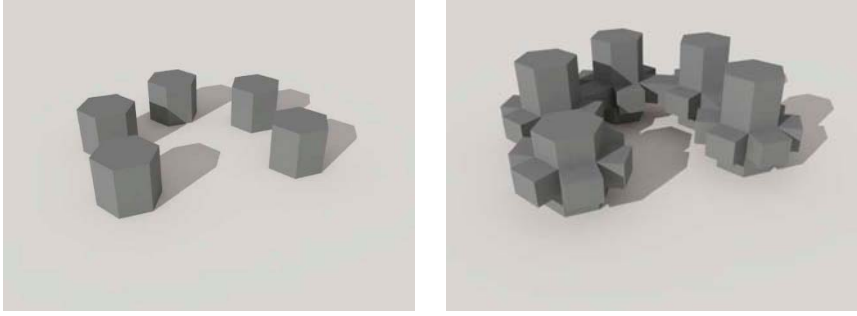
El reconocimiento internacional siguió manifestándose en forma de distinciones y reconocimientos en aquellos años. A principios de los setenta comenzó a proyectar la nueva sede de la embajada de España en Brasilia, cuyas obras comenzaron en 1973 y dos años más tarde dio comienzo la obra del conjunto residencial de 218 viviendas experimentales en Torrejón de Ardoz. En 1976, año de la muerte del arquitecto, fue distinguido con la Gran Cruz de la Orden de Alfonso X el Sabio. Tras el fallecimiento de Leoz, su trayectoria y logros cayeron en un rápido olvido, aunque hubo una última exposición de su obra en Madrid en el Palacio de Velázquez del Retiro en 1978.

2. EJEMPLOS DE REDES ESPACIALES DE RAFAEL LEOZ

Embajada española de Brasilia

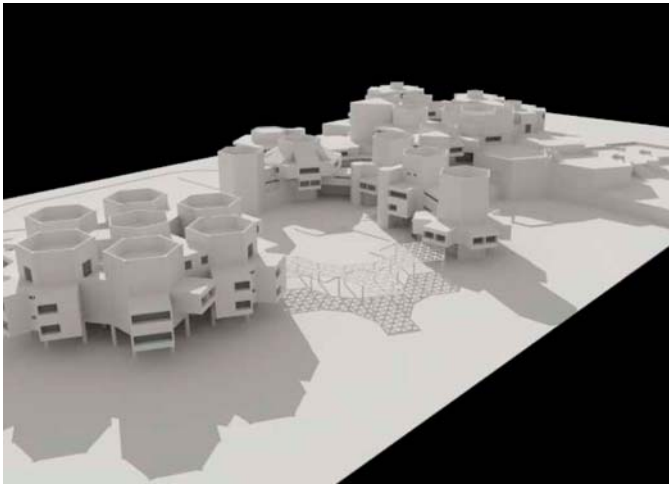


El edificio de la embajada española en Brasilia es un edificio sencillo, pero con un enorme potencial formal. Leoz utiliza el "hiperprisma" como unidad volumétrica básica y lo describe así: *"Entre las formas engendradas por el sistema de macizar el espacio que utiliza la Fundación, se eligió una de las deformaciones equivolumétricas de la familia tipológica de los hiperpoliedros: el hiperprisma hexagonal. Éste está compuesto de cuatro prismas hexagonales superpuestos. De las caras del segundo prisma se proyectan seis paralelepípedos de base rectangular y caras cuadradas. La proyección ortogonal al plano horizontal coincide con una de las tramas que emplea la Fundación".* (1)



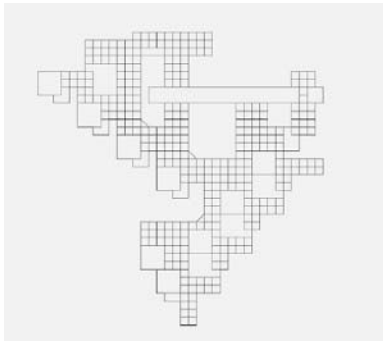
(1) Infografías de Fernando Agrasar. Profesor de la ETSA de La Coruña

A través de transformaciones y repeticiones de este “hiperprisma hexagonal” sobre una malla hexagonal se compondrá la totalidad del edificio, ajustándose a cada una de las funciones del programa.

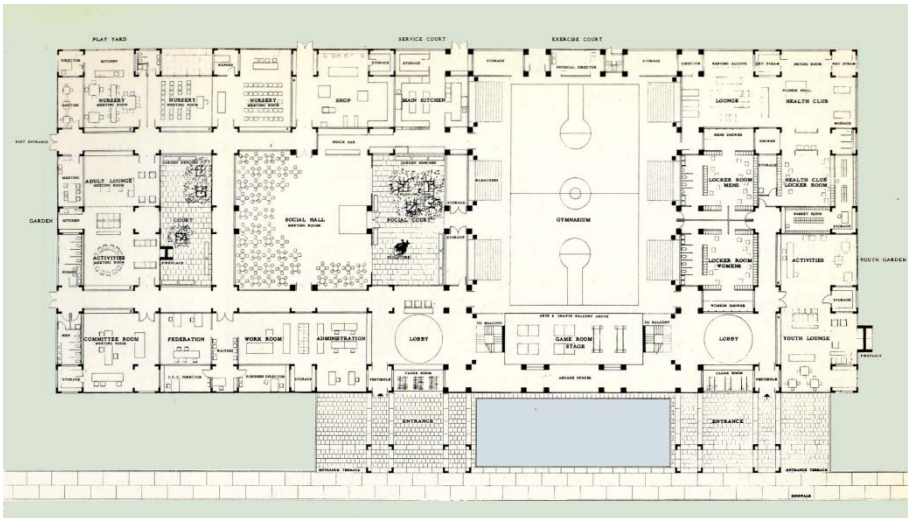


Infografía del edificio de Fernando Agrasar. Profesor de la ETSA de La Coruña

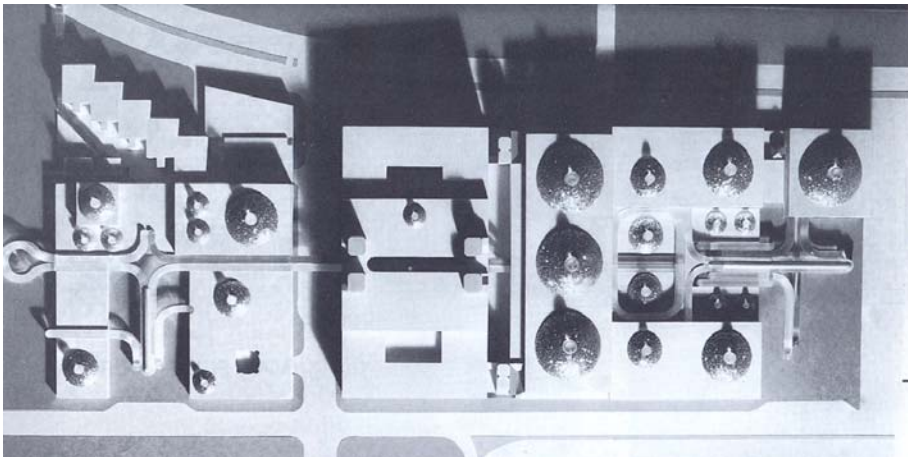
El edificio maneja dos conceptos estructuralistas: uno sería la idea de Aldo Van Eyck de superar la separación entre pasado y futuro, negar la novedad y entender el discurso lineal del tiempo como un continuo, expresados con claridad en su artículo “El interior del tiempo”; el segundo sería el concepto del espacio *in-between*, desarrollado por Herman Hertzberger, y que se refiere al potencial arquitectónico del espacio intermedio no específico, no conformado desde la función o el modelado volumétrico exterior, de forma que debe ser apropiado y transformado para adaptarse a cada uno de los usos y acciones que se desarrollarán en él. Estas dos ideas conectan con las mejores obras de estos dos arquitectos holandeses citados y con otras tan significativas como el edificio para el Centro Comunitario judío de Trenton de Louis Kahn (1955), o el posterior proyecto de Alison y Peter Smithson para la Biblioteca Shahestan Pahlavi en Teheran (1977-1978).



Aldo Van Eyck. Orfanato de Amsterdam, 1955-1960 Herman Hertzberger. Office building Centraal Beheer, Apeldoorn, 1972



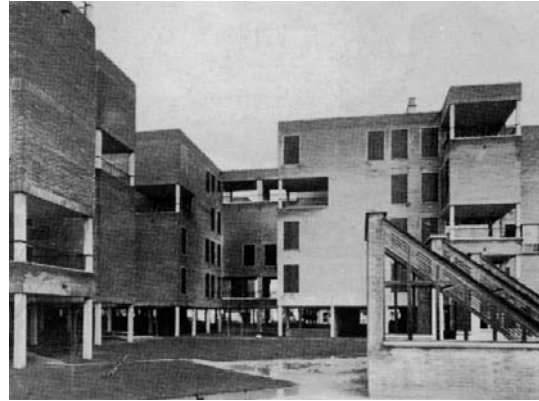
Louis Kahn. Planta del Centro comunitario judío de Trenton, 1954-1959



A y P Smithson. Concurso para la biblioteca Shahestan Pahlavi, Teheran, 1977-1978

Viviendas sociales de Torrejón de Ardoz

Las viviendas sociales de Torrejón de Ardoz de carácter experimental, se proyectaron en dos grupos separados por la calle que les da acceso. Uno lineal, con un módulo cuadrado de 360 x 360 (serie amarilla) y otro con modulación de 340 x 340, agrupadas formando patios. La trama elegida, incluso para la urbanización, fue la "escuadra".



Rafael Leoz. Viviendas experimentales en Torrejón de Ardoz, Madrid, 1978

Cada grupo de viviendas está formado por cuatro viviendas por planta y tiene cuatro alturas, y una planta baja diáfana en torno a escaleras centrales, que relaciona los grupos en una circulación horizontal. Todas las viviendas de tres y cuatro dormitorios tienen iguales características funcionales, formales y espaciales: estar-comedor, dormitorios, baño y aseo, cocina y comedor de diario. Cada vivienda dispone de una terraza cubierta de las dimensiones de un módulo. La ubicación diferente de esta terraza, según los pisos, le confiere a la obra una calidad escultórica, en la que los vacíos y llenos están perfectamente compensados.

La meta que han perseguido los trabajos de Rafael Leoz *“ha sido fraccionar el espacio en sectores susceptibles de fabricarse industrialmente de tal forma que, aun siendo prácticamente iguales, su encadenamiento combinatorio desencadene en soluciones totalmente distintas unas de otras, evitando la monotonía y deshumanización en que hemos caído actualmente”*. Las diferencias consisten en la posibilidad de cambios y reparaciones que puede hacer el habitante en la vivienda, y en la libertad que puede tener el arquitecto al proyectar. Estas son las principales innovaciones propuestas por Leoz, cuyo trabajo dice: *“aunque no lo parezca, va dirigido a un solo fin programático: compaginar la arquitectura como bella arte y como ciencia humanística con las posibilidades de la industria contemporánea”*. (1)

(1) Moya Blanco, Luis. Rafael Leoz. Artistas españoles contemporáneos. Monografía. Servicio de publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia. 1978.

3. OTROS EJEMPLOS METABOLISTAS CON REDES ESPACIALES

Muchos de los ejemplos de las superestructuras metabolicistas son paralelos a la década de los sesenta donde Rafael Leoz inicia sus investigaciones y algunos de ellos, tanto de

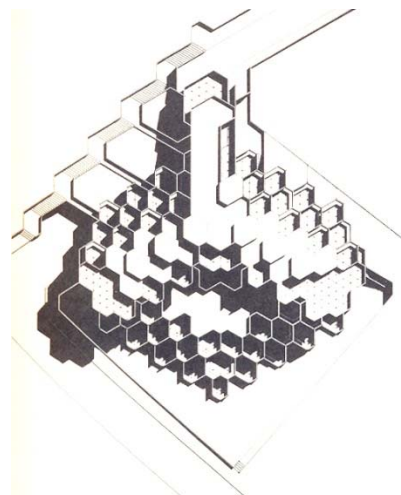
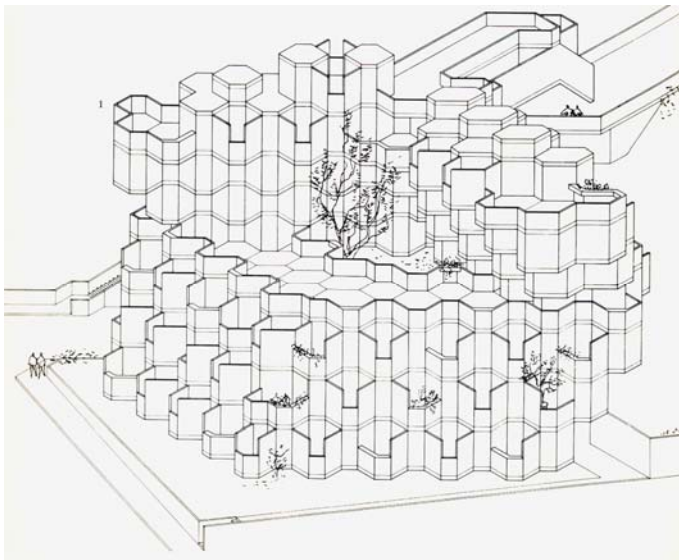
los citados como otros utilizan siempre un módulo base como forma de apilamiento o de plug-in, que los podemos relacionar con la teoría de las redes y ritmos espaciales.

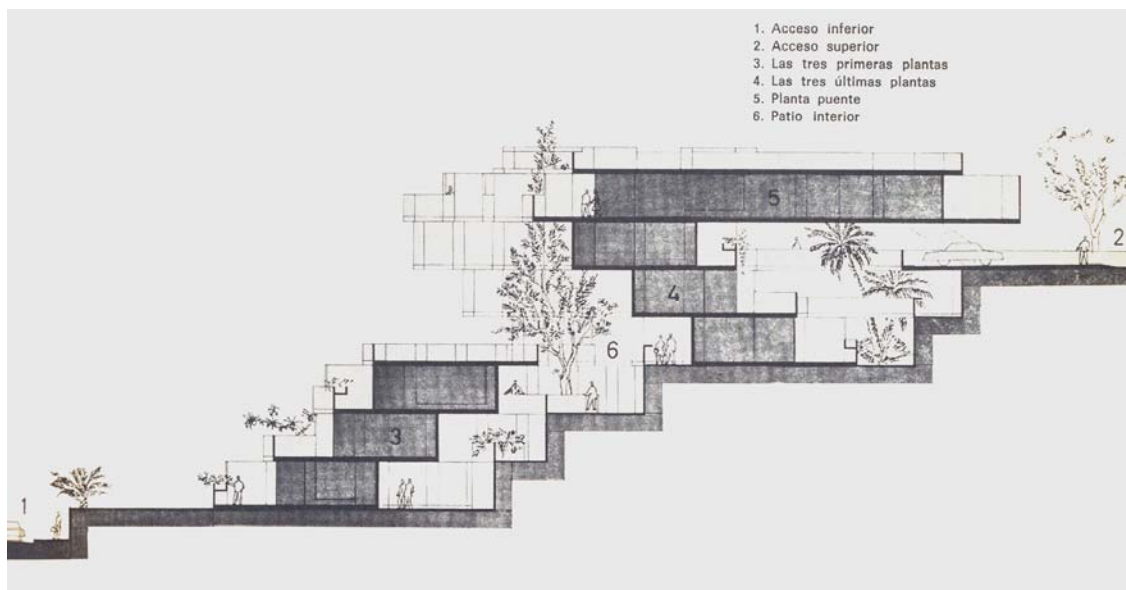
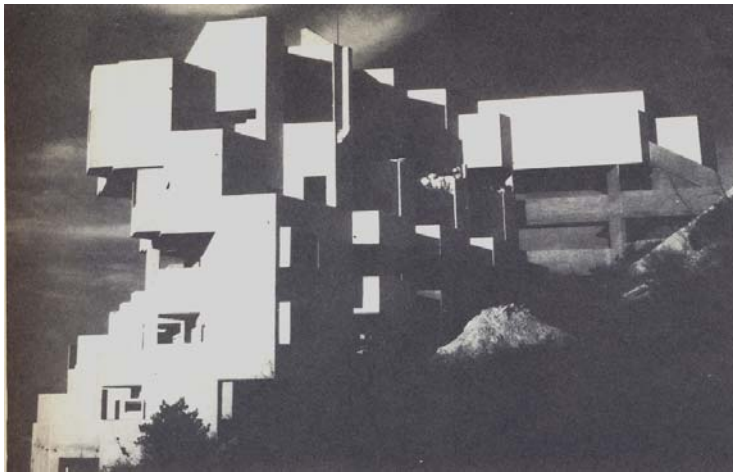
Bloque de apartamentos en Ratman Gan

Como ejemplo de edificio que se basa en la red del cartabón (hexágono), aparte de los proyectos ya citados como el Hexagonale Wohnzellen y el Habitat de Puerto Rico, tenemos el Bloque de apartamentos en Ratman Gan realizado por los arquitectos Alfred Newman y Zvi Hecker en 1960.

Ratman Gan es un suburbio situado al norte de Tel-Aviv. El edificio está sobre una colina escarpada y goza de una hermosa vista sobre el Mediterráneo. Los prismas hexagonales se combinan en una estructural espacial que da lugar a una planta general en forma de hexágono apaisado. Los tres primeros pisos siguen la línea ascendente del terreno, mientras que los tres últimos se proyectan hacia fuera en voladizo. El interior es como una *piazza* inclinada con efectos de jardinería a pequeña escala. Tiene un microclima propio que protege a los ocupantes del sol en verano y del frío en invierno.

Un piso tipo consta de dos o más apartamentos, cuyo diseño sigue el sistema hexagonal de la estructura principal. La característica más destacada de estos apartamentos son sus grandes terrazas poligonales, cuyas formas prismáticas huecas contrastan fuertemente con las secciones cerradas del bloque. Es un aglomerado celular de prismas hexagonales.





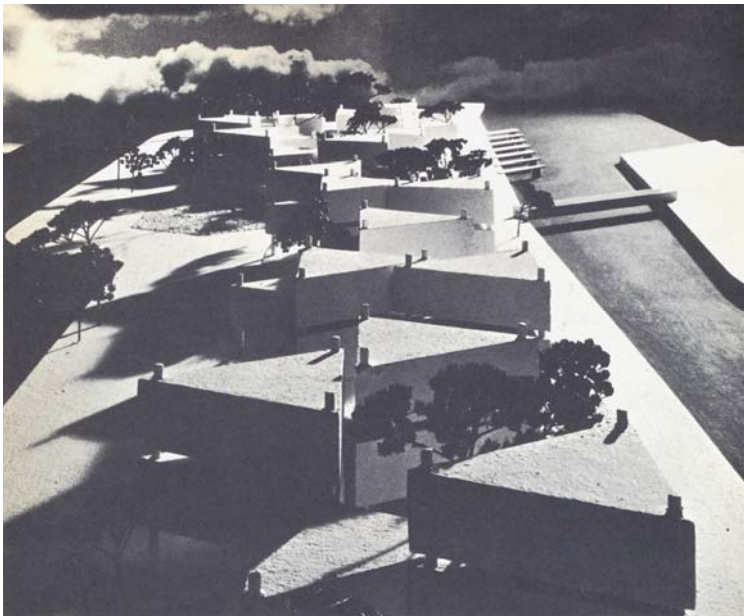
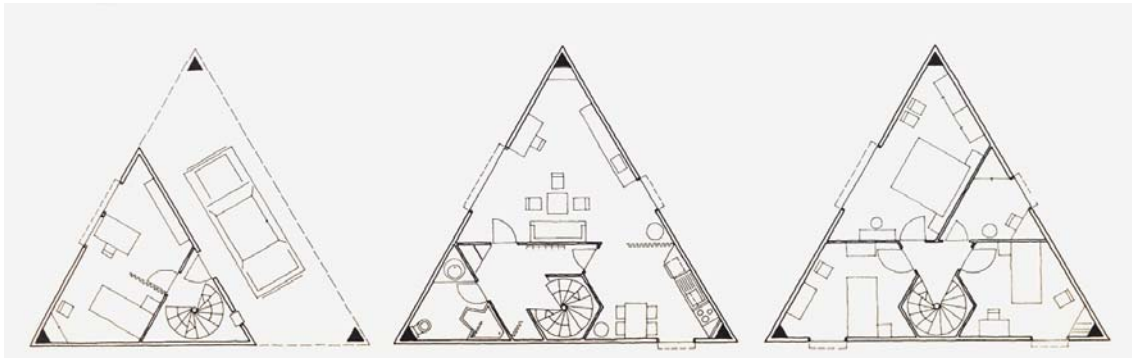
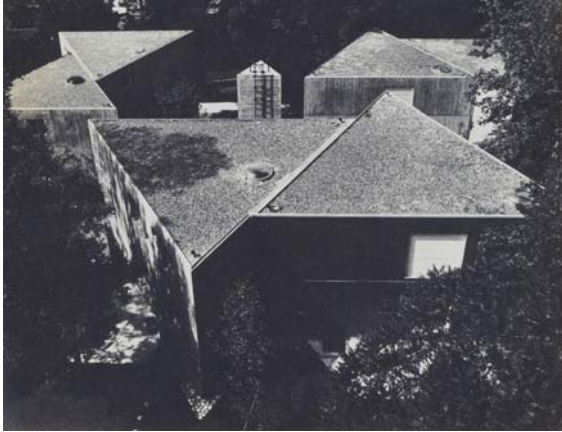
Células espaciales triangulares

Como ejemplo de la red del triángulo equilátero tenemos las Células espaciales triangulares de Justus Dahinden realizadas en 1965. La planta de estas estructuras es un triángulo equilátero de 10,35m de lado, que puede subdividirse en un sistema secundario de triángulos equiláteros de 3,45m de lado mediante tabiques móviles. El equipo técnico está incorporado a las secciones huecas de las estructuras de sustentación y se distribuye a lo largo de los muros exteriores por conductos horizontales, con lo que es fácilmente accesible en todo momento. Los vértices fijos se usan para armarios o instalaciones fijas. El piso de cada unidad tiene una superficie de 50 m²; la planta baja, incluido el vestíbulo de entrada y la escalera, tiene 23m², y el sótano tiene también 23 m².

Las células triangulares se pueden construir con materiales pesados como en la Trigondorf (aldea triangular) Doldertal de Zurich, o bien con materiales ligeros.

Son aptas para formar aglomerados más grandes. En este sentido, es posible idear una macroestructura a base de plataformas alargadas que se apilan unas sobre otras y sirven

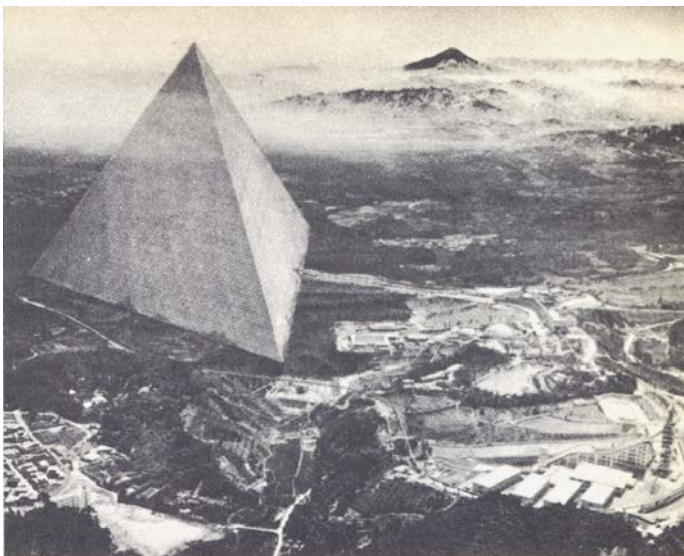
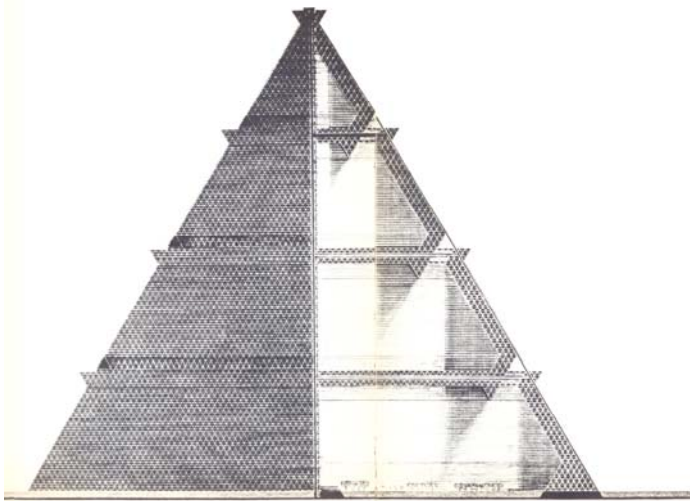
al mismo tiempo de caminos para peatones, adaptándose a la topografía. También se pueden incorporar las células a una estructura colgante. Estas grandes agrupaciones triangulares permiten un alto grado de intimidad, a la vez que espacios de relación exterior.



Ciudad tetraédrica

También tenemos dentro de las redes triangulares la de Buckminster Fuller de 1966. Esta ciudad alojaría a 300.000 familias o a un millón de personas. Las unidades residenciales

tendrían una superficie habitable de 180 m² y 90 m² más de jardín. El entramado de la macro estructura se levantaría por capas hasta que alcanzara el tamaño máximo, una previsión a priori importante que debe asegurar el crecimiento orgánico de la estructura urbana. Tres cubiertas intermedias subdividirían el espacio interior de cada pirámide, creando zonas más pequeñas y más aceptables para la escala humana. Justo debajo de cada cubierta se harían aperturas en las cuatro caras para iluminar los espacios interiores. Estos espacios se usarían con fines comunitarios.

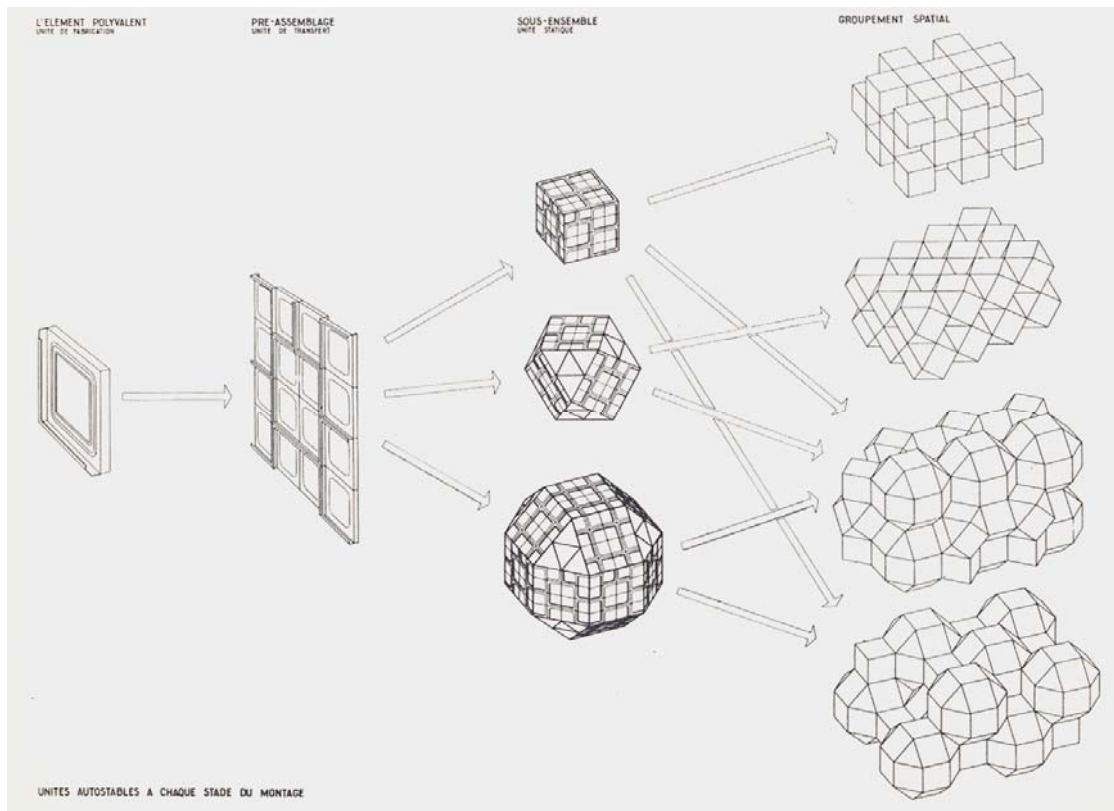
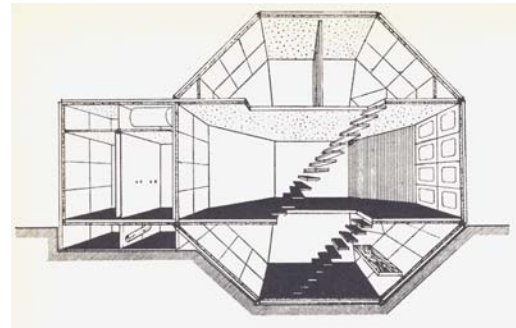
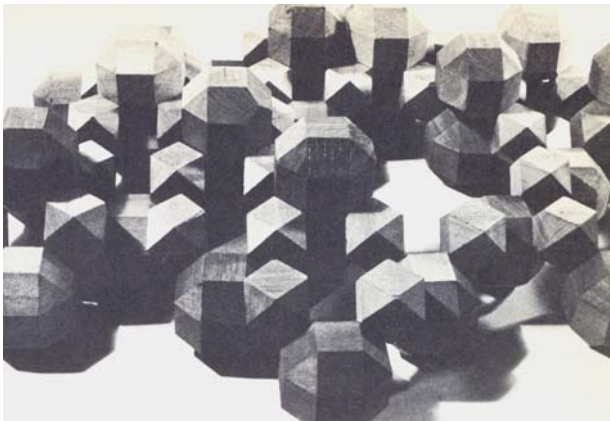


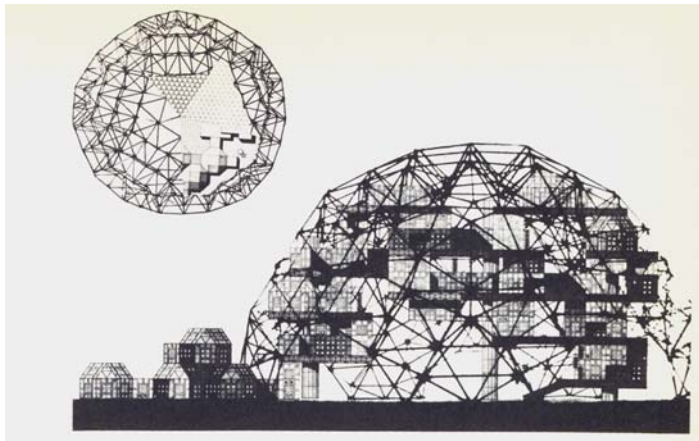
Jeux de construction

Jeux de construction (juegos de construcción) de 1966 diseñado por David Georges Emmerich.

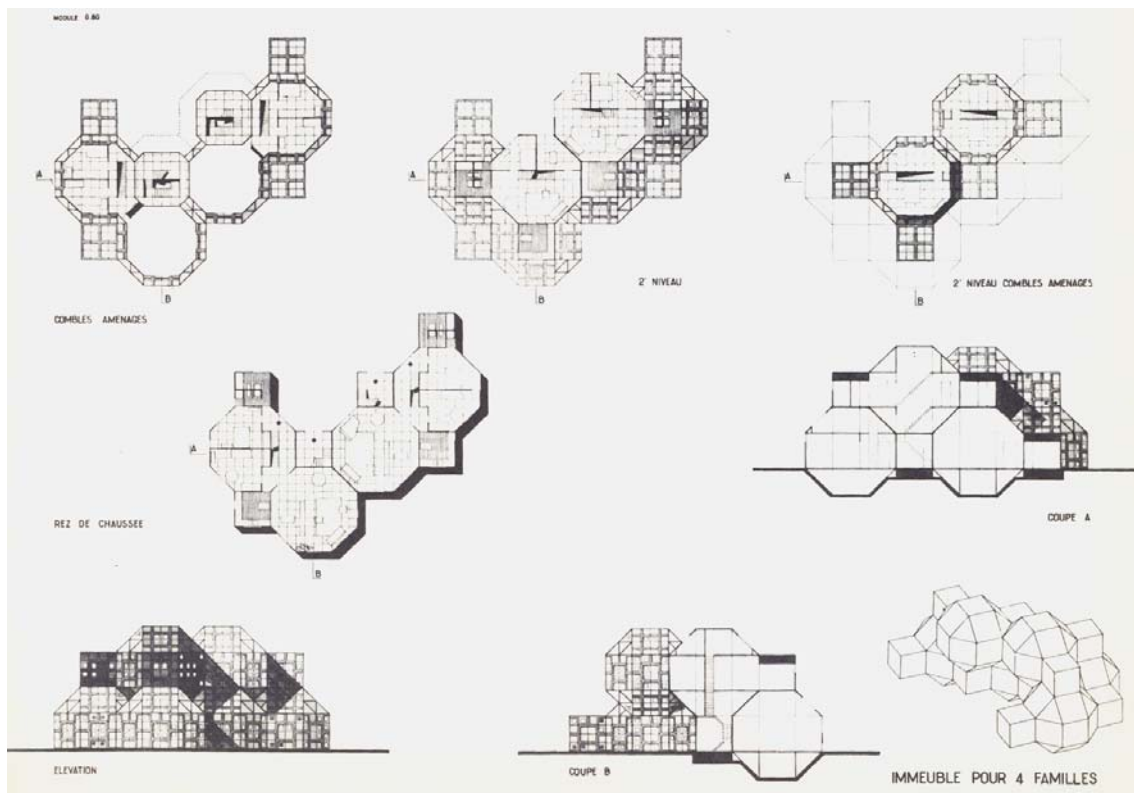
Emmerich es uno de los exponentes destacados de la "geometría constructiva" francesa. Entre 1967 y 1969 dio cursos sobre geometría constructiva en varias academias francesas y en 1970 publicó un libro sobre el tema. El sistema de edificación se basa en un pequeño

número de componentes prefabricados, que pueden combinarse de diversos modos para producir toda una gama de diseños espaciales. El componente básico es un panel de 80x80cm, de acero laminado recubierto de material sintético y aislado térmicamente por su cara interior. El complemento de este panel cuadrado son unos paneles triangulares que permiten a Emerich producir, además de simples cubos, octaedros, romboedros, etc. Puede conseguir además combinaciones de cubos y octaedros; de cubos y romboedros; y de cubos, octaedros y romboedros... Las unidades residenciales se pueden apilar hasta un máximo de tres plantas sin estructura de sustentación. A partir de cuatro plantas se necesita un esqueleto de acero.





Esqueleto de acero



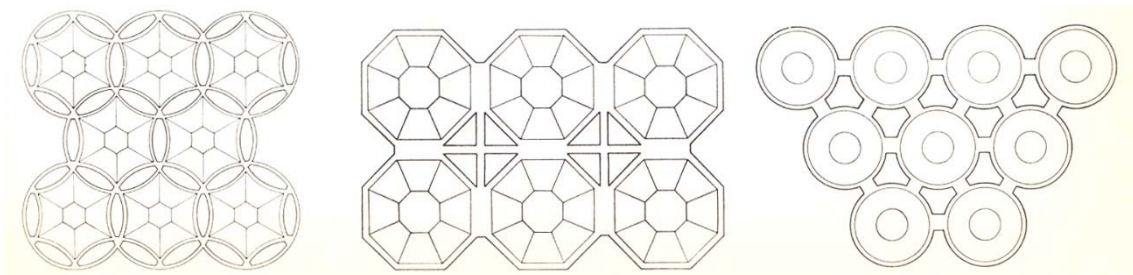
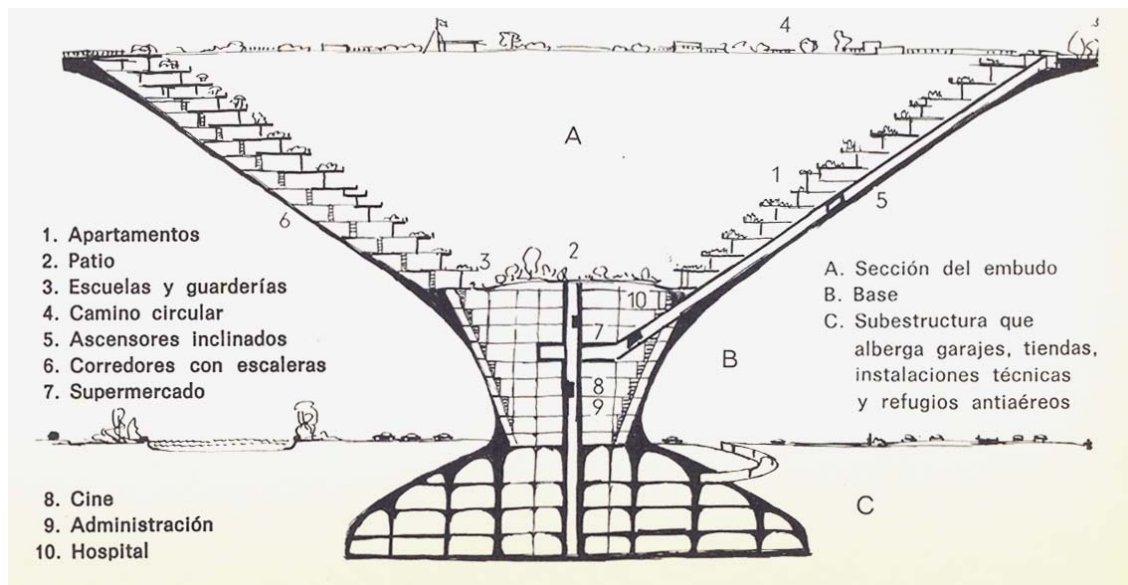
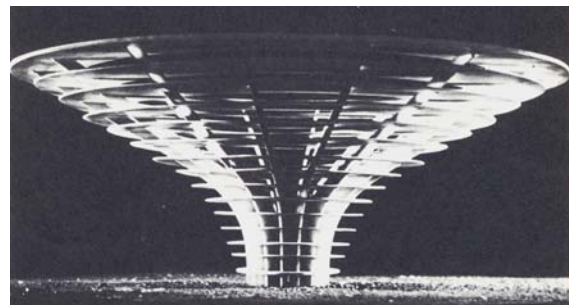
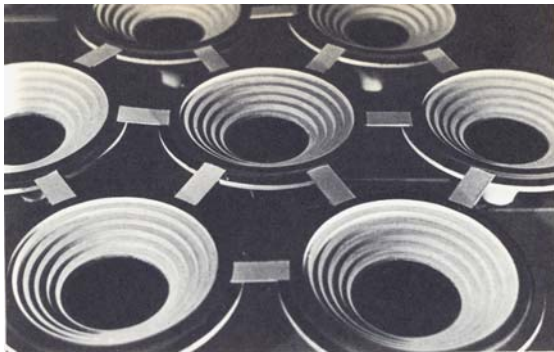
Inmueble para 4 familias

Intrapolis

Ejemplo de cualquier forma de organización espacial en redes sería Intrapolis (ciudad embudo) de Walter Jonas de 1960, un esquema basado a base de embudos residenciales. Intenta crear un área residencial tipo patio con un fuerte sentido comunitario. Las superestructuras pueden ser de vario tamaños y se disponen en formaciones geométricas a fin de crear aglomeraciones urbanas. Unos puentes para peatones enlazan las bocas de los embudos; el tráfico de vehículos discorra a ras del suelo y en los conos invertidos subterráneos se pueden alojar garajes, estaciones y otras

instalaciones técnicas. Jonas considera que la población máxima para estos embudos no debe exceder de 6.000 personas. Los embudos tendrían 100m de altura y un diámetro de 200m. Las células residenciales se acoplarían en ellos y serían variables para que "cada ocupante pueda decidir el diseño de su maisonette". Cada apartamento además tendría una terraza a modo de jardín.

Los espacios generados entre los embudos son un ejemplo del concepto de espacio *in-between*, desarrollado por Herman Hertzberger (ya comentado), y que se refiere al potencial arquitectónico del espacio intermedio.



Diferentes formaciones geométricas

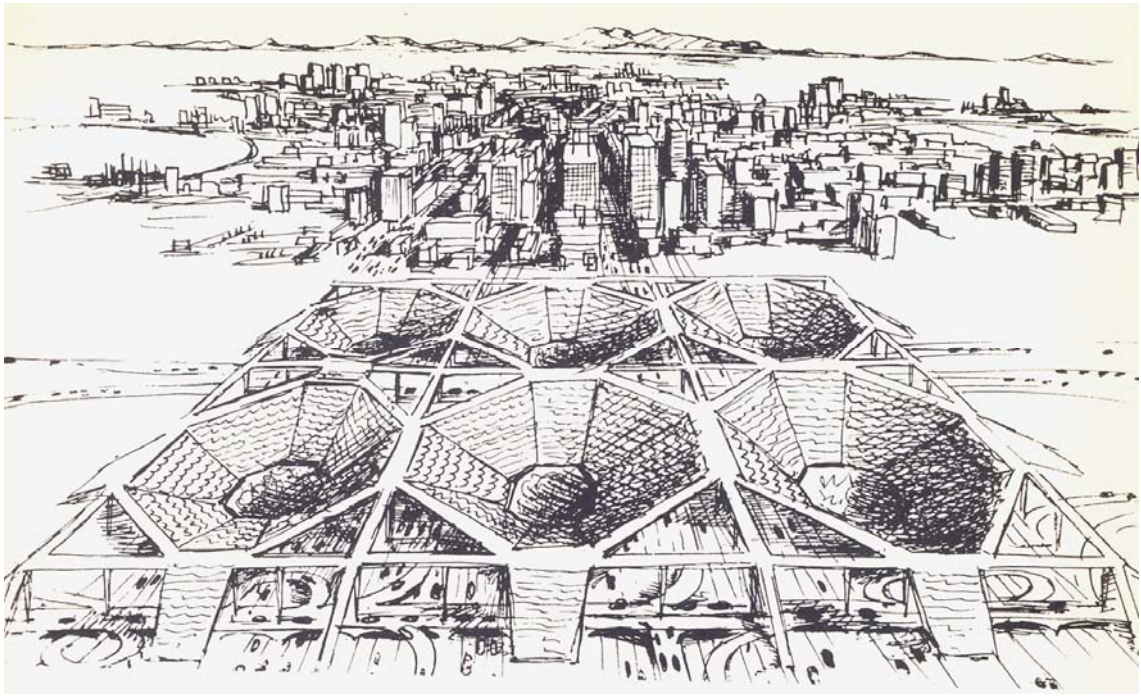


Imagen de embudos residenciales en Intrapolis

INDUSTRIALIZACIÓN

Definición

El desarrollo de nuevos sistemas de producción de elementos constructivos ha evolucionado junto con la investigación en materiales, conocimientos estructurales y otros avances técnicos desde los comienzos de la industrialización del s. XIX, con la idea de llevar también los componentes de la vivienda a la cadena de montaje.

Se entiende la 'industrialización' como la consecuencia de automatizar y racionalizar los procesos, aplicando a los trabajos técnicas de mecanización; la industrialización se define por la utilización de tecnologías que sustituyen la habilidad del artesano por el uso de la máquina (1). Ampliando y actualizando el concepto, puede definirse como la "organización que aplica los mejores métodos y tecnologías al proceso integral de la demanda, diseño, fabricación y construcción, (...) constituyendo un estado de desarrollo de la producción que lleva consigo una mentalidad nueva diferente". (2)

Aplicada esta idea de 'industrialización' al campo de la construcción, se entiende que la mecanización y racionalización de los trabajos ofrecen notables ventajas con respecto a los procedimientos tradicionales. Sin embargo, la automatización no es tan inmediata porque las tareas a realizar en la construcción de un edificio son tan numerosas como diversas, por lo que la sustitución del operario requiere una gran variedad de técnicas y dispositivos; esto solo será viable en ciertos casos, debiendo ser siempre valorado el grado de automatización que se aplique según cada situación. (3)

En relación a dónde se trabaja. Según estas aproximaciones la industrialización tiene que ver con la tecnología aplicada, pero no con el sitio en donde se aplican, de forma que los procesos pueden ser más o menos industrializados en taller o en obra. "La industrialización puede reclamar el trabajo a cubierto, porque hay máquinas que no podrían instalarse al aire libre (...). Pero no es el estar a cubierto lo que crea la industrialización" (4)

En relación a la serie. Tampoco la producción en serie es necesariamente industrializada, porque 'serie' solo tiene que ver con repetición, que puede ser artesanal. La serie a menudo es una condición necesaria para el empleo de una tecnología industrializada, sobre todo si ha de permitir la amortización de la maquinaria, pero no es una condición suficiente. Tan solo existe industrialización si ha sido inventada una tecnología mecanizada, y la necesidad de la serie se afirma por la importancia del pedido. (4)

(1) Blachère, Gerard. Tecnologías de la construcción industrializada. Edición castellana GG 1977, edición original 1975. Fórmula de Blachère: Industrialización = Mecanización + Racionalización + Automatización

(2) RIBA Institute of British Architects in London

(3) Queipo, J. y otros. Proyecto de investigación INVISO: industrialización de viviendas sostenibles. Informes de la construcción, vol. 61 nº513, 2009, pp.73-86

(4) Blachère, Gerard. Tecnologías de la construcción industrializada. Edición castellana GG 1977, edición original 1975

Ventajas de la construcción industrializada

Así defendía Gropius el concepto de industrialización: “La idea de industrializar la construcción de viviendas debe basarse en la repetición de unos mismos componentes, de su estandarización, lo que significa una producción masiva de estos elementos que abarata los costes. Es en las múltiples posibilidades de combinación y montaje de estos elementos donde está la clave para resolver infinidad de programas variados, donde radica la flexibilidad de un sistema estrictamente modulado”

Aparecen en esta afirmación los dos conceptos por los que según Blachère se da el paso desde la construcción tradicional a la producción industrializada: para aumentar la disponibilidad del producto y rebajar costes de producción. (1)

Tiempo. En fábrica, la racionalización de los trabajos permite una optimización de los tiempos de producción (programando los trabajos se evitan interferencias y errores). Además la industrialización de algunos procesos constructivos permite realizar en taller actividades de forma paralela a las realizadas in situ y, por tanto, solapar actividades que de otro modo se realizan de forma secuencial y que por ello se alargan más en el tiempo. En relación a la calidad, la industrialización permite dotar de una mayor calidad a los elementos constructivos dado que se realizan bajo unas condiciones más exigentes y controladas. Asimismo la seguridad para los trabajadores, factor de gran importancia en obra, ofrece mayores garantías. Por último, estos procesos son más sostenibles y energéticamente más eficientes; por un lado reducen de forma significativa la cantidad de residuos generados y, por otro lado, la gestión de la energía utilizada puede ser más eficiente (medición y control de consumos, incorporación al proceso de fuentes de energía renovables)

Visto esto, entendemos que la organización y sistematización del proceso constructivo, como sucede en otros sectores de la producción industrial, ofrece ventajas para todos los agentes implicados en el proceso (2). Para el operario en taller, exige especialización (que se traduce en más valor añadido a la mano de obra, más competitividad) y ofrece una mejor organización del trabajo, mayor estabilidad laboral (por ser el sistema productivo más continuo), más confort y menos siniestralidad en taller por ser las condiciones de trabajo más controladas. Para el inversor se ofrece seguridad en los costes y cumplimiento de los plazos de entrega; además la posibilidad de acortar los tiempos desde el proyecto hasta la entrega de las viviendas supone una ventaja en cuanto a las

condiciones de financiación. Finalmente, el usuario recibe un producto con una calidad muy alta garantizada (acabados, instalaciones, comportamiento energético entre otros), además de beneficiarse de las condiciones del inversor en el caso de ser promotor de vivienda unifamiliar.

(1) Blachère, Gerard. Tecnologías de la construcción industrializada. Edición original 1975

(2) Queipo, J. y otros. Proyecto de investigación INVISO: industrialización de viviendas sostenibles. Informes de la construcción, vol. 61 n°513, 2009, pp.73-86

1. PREPARACIÓN TECNOLÓGICA LATENTE

Materiales

La investigación y el ensayo con nuevos materiales fueron incesantes, de modo que pudo optimizarse su comportamiento y se emplearon de forma antes insospechada.

El hormigón, que era un material inerte y pasivo, con baja capacidad de resistir esfuerzos de tracción y de fácil degradación a través de las inevitables fisuras, mejora asombrosamente su capacidad estructural. Se comienzan a introducir entramados de alambre en el hormigón en la segunda mitad del siglo XIX, para construir elementos todavía no estructurales como maceteros. En 1891 se emplean por primera vez vigas prefabricadas de hormigón armado en construcción. En 1900 se premoldean en USA los primeros elementos de hormigón armado de gran tamaño para cubiertas (placas de 1,20m por 5,00m, con un espesor de 5cm). En 1920 se emplearon paneles prefabricados de hormigón blanco con árido de cuarzo fijados a una estructura de acero, en el Templo de la Luz a las afueras de Chicago. Con los aceros y los hormigones muy mejorados finalmente en 1928 se patenta el pretensado, que revoluciona la construcción con hormigón porque lo convierte en un material activo y noble, con un carácter más isótropo y unas condiciones de durabilidad muy mejoradas (1)

Acero, ligereza. El acero como material estructural permite, ante las mismas sollicitaciones, conseguir las secciones menores. Además responde bien ante todas las sollicitaciones, por lo que puede usarse en cualquier posición.

La arquitectura realizada con acero permite una sencilla lectura de funcionamiento estructural, ya que su montaje parece tan inmediato como el de un mecano. La unión de las piezas suele hacerse con tornillos, que son reversibles y posibilitan el desmontaje y reutilización de las piezas; la soldadura permite una mayor libertad de formas, pero tiene que someterse a controles estrictos. (2)

El futuro de las estructuras metálicas está, en general, ligado a su carácter de organismo constructivo industrializado. Si algo distingue a los materiales metálicos es la necesidad

de realizarlos fuera de la obra y, al mismo tiempo, la de coordinar sus dimensiones con gran precisión (...). (Posibilidad de) riqueza espacial y técnica; en la posibilidad del reciclaje y del montaje riguroso; en la ampliación de mercados con un radio de acción casi planetario (3)

Vidrio. Escribió Paul Scheerbarth en 1914: “podemos hablar de una civilización del vidrio. El nuevo espacio del vidrio transformará al hombre por completo. Y no nos queda ahora sino esperar que esta civilización del vidrio no encuentre demasiados enemigos” (4)

Desde siempre el acero –primero hierro forjado- ha estado vinculado al vidrio, no solo por la sinceridad de ambos materiales, sino porque los dos han sido aliados históricos para conseguir la ligereza que un cerramiento transparente debe transmitir. (5)

(1) Burón, Manuel, y Fernández-Ordóñez, David. Evolución de la prefabricación para la edificación en España, medio siglo de experiencia. Informes de la Construcción vol.48, n°.448, 1997, pp.19-33

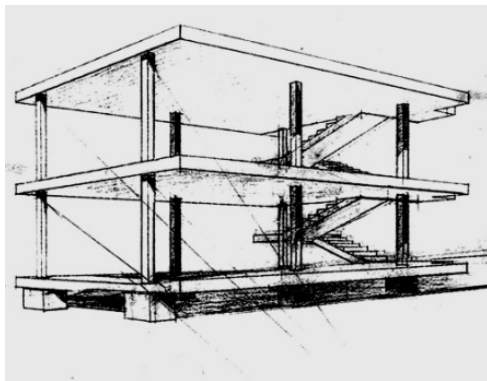
(2) Tectónica 9 acero, presentación

(3) Pérez Arroyo, Salvador. Acero: proyecto de futuro. Tectónica 9 acero

(4) Scheerbarth, Paul. La arquitectura de vidrio, 1914. Citado en Walter Benjamin (1892-1940), en Quaderns d'arquitectura i urbanisme n°226 Lo íntimo, 2000

(5) Tectónica 9 acero, presentación

Estos avances con las nuevas estructuras de acero y hormigón permitieron, ya en el cambio de siglo, crear estructuras porticadas que liberaban los muros interiores y las fachadas de su antigua función sustentante, con lo que la arquitectura alcanzó una nueva libertad compositiva.



Referencias del cambio, iconos

Casa domino Le Corbusier 1914-15. Primer modelo concebido para la producción en serie, diferenciando fases de obra e incentivando el uso de distintos sistemas prefabricados

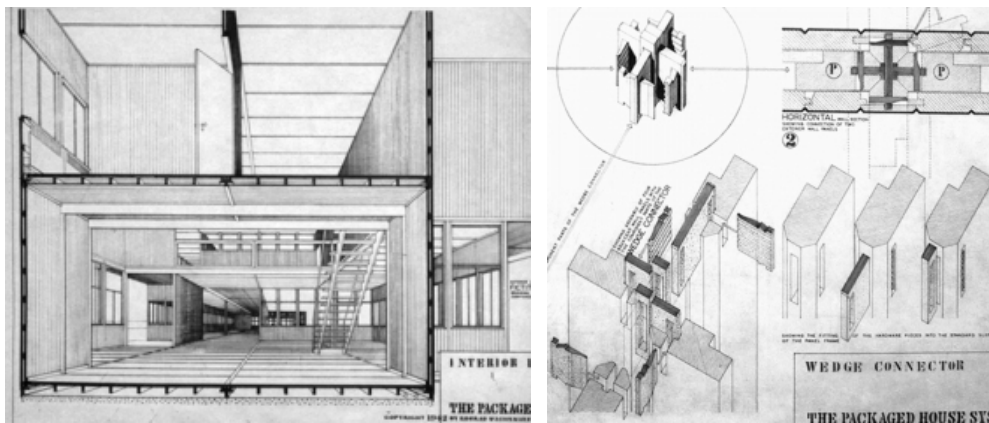
Mies van der Rohe 1919. Buscaba técnicas que tradujeran claramente las propiedades de los nuevos materiales empleados, la expresión rigurosa de la construcción, 'arquitectura de piel y huesos'

Innovación

La investigación con las posibilidades de la construcción industrializada es continua desde los primeros maestros del movimiento moderno. Sin embargo, no en muchos casos se

alcanzaron los resultados esperados; esto es porque en cada caso entran en juego, junto a la demanda, las condiciones del mercado y la industria.

No ha sido fácil encontrar respuestas económica, técnica, incluso culturalmente viables a las innovaciones planteadas desde el proyecto. Le Corbusier fracasó en sus intentos de Lège y Pessac. Gropius, tras varios intentos en Europa, consiguió los mejores resultados en USA con su 'Packaged House System'; la industria americana, más desarrollada que la europea, pudo afrontar el proyecto y el sistema llegó a producirse a gran escala, aunque no tuvo gran aceptación comercial. Además el sistema de diseño de estas casas era flexible pero el sistema de fabricación se podía calificar como cerrado porque utilizaba piezas diseñadas exclusivamente para estos módulos; tampoco se podían incorporar componentes estándar que existían en el mercado (como puertas y ventanas) ya que las dimensiones no eran compatibles



"The Packaged House System", Konrad Wachsmann y Walter Gropius, General Panel Corporation, New York, 1942. Sistema industrializado a base de paneles de madera modulados, flexibles en su uso (en cuanto a distintas disposiciones posibles), pero cerrado no-flexible en cuanto a producción de las piezas

La solución constructiva de este sistema es similar a la de las casas de cobre en Hirsch de 1931. El elemento base son paneles de madera que son utilizados en las paredes, los techos, el suelo y la cubierta. Todos los paneles están basados en un mismo módulo (3 pies por 4 pulgadas, aproximadamente 0,9 m por 0,1 metros). Así, las medidas de los paneles dejaron de ser tan rígidas y estrictas y aumentó su flexibilidad dimensional. Se generaban entonces multitud de paneles modulados para conformar el suelo de las viviendas, cerramientos opacos o con diferentes combinaciones de huecos, techos, así como cubiertas planas o inclinadas. El resultado, además, mostraba que este módulo era suficientemente flexible como para permitir todo tipo de configuraciones.

Innovar en construcción es difícil. Entre otras cosas por la dificultad de inventar soluciones nuevas que sean económicamente viables a la vez que aceptadas por los usuarios. Existe un mercado de vivienda muy consolidado en el que las necesidades de la demanda están

cubiertas, y en el que innovar supone que sea es arquitectura la que proponga nuevos planteamientos. Y la experiencia demuestra que es muy difícil producir una construcción que sea aceptada por la clientela, sea la que fuere, como mejor que la que conoce: es un efecto del gran conservadurismo de los hombres en la apreciación de su hábitat, por lo menos del principal: su hogar. Es lo que Paricio llama “el conservadurismo del comprador”. (1) La innovación implica movimiento, y por definición choca con la inercia. Otra razón puede explicar las dificultades con que topa la innovación: la segmentación del proceso de proyecto y construcción. El proyectista difícilmente puede introducir innovaciones de cierto calado sin la connivencia del constructor, constructor que habitualmente sólo aparece en el proceso cuando el proyecto ya está completo. En este frente sí que se están presentando condiciones para un progresivo cambio. Las empresas de promoción y construcción de viviendas se preocupan cada vez más de la optimización de sus procesos y pueden reunir en una única mesa a proyectistas, contratistas e industriales. En todo tipo de construcción, pero particularmente en la introducción de novedades, es imprescindible un estrecho contacto entre el proyectista y el utilizador de la técnica que pueda hacer avanzar los procesos a causa del aprovechamiento del feed-back.

En relación a la posibilidad de expansión decir que un sistema de construcción que se sabe que es competitivo en determinado contexto, puede no serlo en otro; habrá que estudiar cada fase del proceso: descomposición del coste, comparar los precios de los materiales, la disponibilidad y cualificación de mano de obra, etc. Según Blachère: “La naturaleza y el grado de industrialización que pueden existir en un país son el reflejo de las condiciones económicas y especialmente de dos parámetros: la cantidad de mano de obra cualificada existente y la relación de los precios de los materiales con la mano de obra”.

(1) Paricio Ignacio. La vivienda contemporánea, programa y tecnología. Parte 2 El proyecto y la técnica. 2ª edición 2000

2. LA ERA DE LA MÁQUINA

Respuesta de la arquitectura en la ‘era de la máquina’

Siendo hasta ese momento la relación entre arquitectura y construcción un acuerdo basado en el funcionamiento estructural -de donde se obtenía además un riguroso resultado formal-, se puede reconocer entonces un cambio sustancial porque la arquitectura puede liberarse de los compromisos estructurales, y con los maestros del Movimiento Moderno buscar un repertorio formal acorde a los cambios acontecidos

(tecnológicos, pero también políticos, sociales y económicos) gracias a las posibilidades abiertas con los nuevos sistemas constructivos.

Con las estructuras de acero y hormigón se pudo pasar de las limitaciones de una construcción masiva, a un sistema de elementos lineales (construcción ligera con esqueleto) que permitían liberar la planta y la fachada de exigencias estructurales (1); también podrían eliminarse las particiones interiores, lo que permitía investigar con espacios interiores más flexibles.

Además el Movimiento Moderno puso a la arquitectura de una forma decidida en el camino de la industrialización y la producción en serie, con 'la máquina' como icono de referencia, y acercándola así a los principios de diseño y producción de los coches y los aviones. (Desde inicios s.XX) *"La mecanización llegó a ser considerada como una especie de motor esencial para la marcha hacia delante de la historia, exigiendo una expresión apropiada en la arquitectura y el diseño. (...) El espíritu de los tiempos estaba ligado inevitablemente a la evolución de la mecanización, y que la auténtica arquitectura moderna debe tenerlo en cuenta en sus funciones, sus métodos de construcción, su estética y sus formas simbólicas"*. (2)

(1) Los cinco puntos de una nueva arquitectura, de Le Corbusier 1926: Planta baja sobre pilotes, planta libre, fachada libre, ventana alargada, y terraza-jardín

(2) Curtis William. La Arquitectura Moderna desde 1900. Ed. original Phaidon 1982

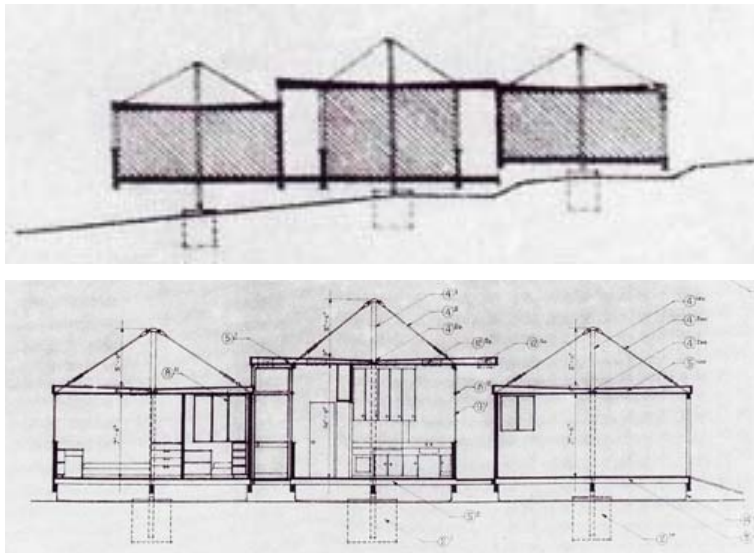
Rigor constructivo

Las nuevas posibilidades materiales son usadas como apoyo por la arquitectura moderna en su búsqueda de una nueva formalización propia de la arquitectura, acorde a los tiempos y coherente con su defensa de la racionalidad científica (1). Se podrán proyectar edificios cuyo lenguaje responda a la lógica de los nuevos materiales y sistemas constructivos disponibles, ahora optimizados gracias a avance de la investigación tecnológica. (2)

Esta 'sinceridad constructiva' permitirá además a la nueva arquitectura tomar distancia con respecto a las formas ligadas a la tradición (que son el resultado del empleo de otros materiales y otras técnicas entonces superadas). Esta distancia le permitirá ofrecer un repertorio propio de respuestas 'universales' como objetivo inicial, pero a la vez dificultará la relación de la arquitectura con su entorno, ya sea físico o cultural.

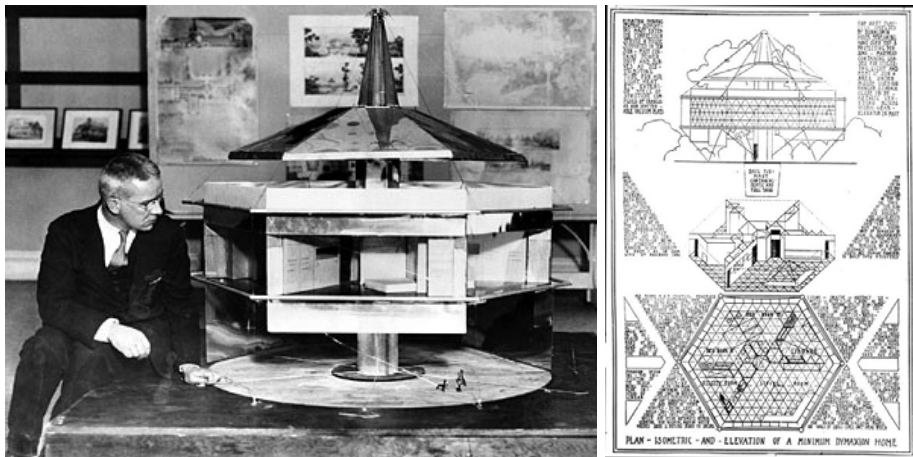
(1) El material crea la técnica y la técnica determina la forma. Tatlin (constructivismo). Tectónica 9 acero, presentación

(2) Díaz Segura, Alfonso. El concepto de prefabricación en Le Corbusier. CEU ediciones, textos docentes, 2011



Diatom House, Richard Neutra 1926

El proyecto Diatom House supondrá la investigación de un nuevo sistema constructivo basado en un mástil de tubo metálico y los forjados que cuelgan mediante cables de acero traccionados como un paraguas estructural (que recuerda a la casa Dymaxion de Buckminster Fuller, desarrollada en la misma época); cerramiento de paneles prefabricados con piedra diatomea y láminas de aluminio. El sistema de cimentación también sería prefabricado por lo que se conseguiría un rápido montaje.



Casa mínima Dymaxion, Buckminster Fuller 1929. Maqueta y planos

Seguramente las propuestas más coherentes con este pretendido 'rigor constructivo' son del arquitecto Buckminster Fuller, que en su propuesta de Casa Dymaxion asume con claridad su origen industrial y es capaz de plantear como una posibilidad real el hecho de que las viviendas pudieran ser fabricadas, distribuidas, usadas y sustituidas por un modelo más evolucionado como cualquier otro producto de la tecnología (1). "La casa prefabricada como prototipo ya no tiene necesidad de anclar sus referencias en la tarea arquitectónica, sino que se integra de lleno en el ámbito de la producción industrial". (2)

La nueva casa podía ya ser ligera, portátil y flexible. Además de algún modo avanzaba ideas (que no han cristalizado hasta mucho después) como el respeto por el entorno y la perfectibilidad, ya que las viviendas se apoyaban mínimamente en el suelo y podían desmontarse sin dejar huella, y además todos los elementos interiores, incluidas las unidades técnicas acopladas a la estructura central, podían ser recolocadas o sustituidas; se planteaba incluso que las viviendas pudieran ser sustituidas en cualquier momento por un módulo superior.

(1) Wigley, Mark. Refugio y comunicación. AV Buckminster Fuller 1895-1983., nº 143, 2010, pp.52-61

(2) Guerra Hoyos, Carmen. Habitar y tecnología en la vivienda prefabricada contemporánea. Proyecto, Progreso, Arquitectura. Núm. 6. Universidad de Sevilla, 2012, pp. 16-33

Relación entre proyecto e industrialización

En relación con la optimización de la producción de viviendas, son necesarios nuevos planteamientos de diseño y construcción que posibiliten la racionalización de las distintas fases (proyecto, producción de materiales, ejecución y mantenimiento), que además permitan la incorporación de las ventajas de los procesos industriales. (1)

En cuanto al proyecto, "constituye el eje que puede hacer factible, o no, la industrialización. El proyecto debe definir no sólo la geometría y funcionalidad del edificio, sino también su solución constructiva; lo que implica que si no se plantea su construcción mediante un proceso industrializado desde su concepción, resultará muy difícil la adaptación posterior para su ejecución por métodos industrializados". (2)

Cuando se trabaja con elementos prefabricados la fase de construcción se incorpora al proyecto desde el principio. Hay que considerar las cuestiones de materialización constructiva a las primeras fases del proyecto, implementar las variables técnicas desde el inicio del proceso, con el objetivo final de conseguir un objeto perfectamente definido y que por tanto sea reproducible con eficacia. (3)

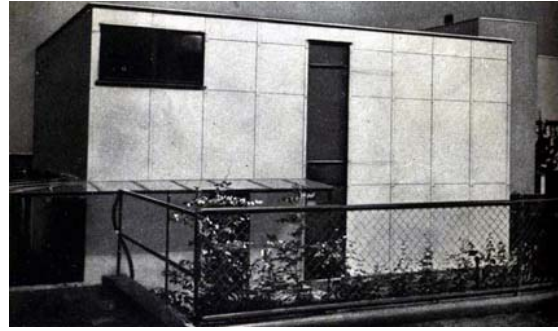
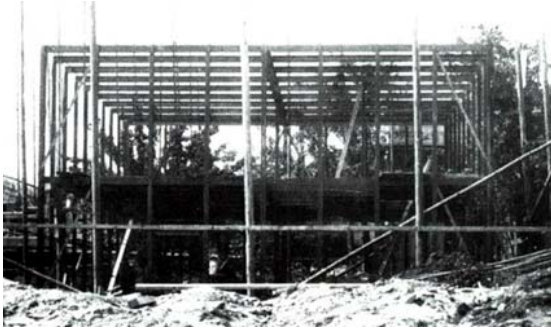
(1) Oteiza y otros. Concurso de ideas INVISO 2008. Informes de la Construcción, vol.60, nº512, 2008

(2) Queipo, J. y otros. Proyecto de investigación INVISO: industrialización de viviendas sostenibles. Informes de la construcción, vol. 61 nº513, 2009, pp.73-86

(3) Díaz Segura, Alfonso. El concepto de prefabricación en Le Corbusier. CEU ediciones, textos docentes, 2011

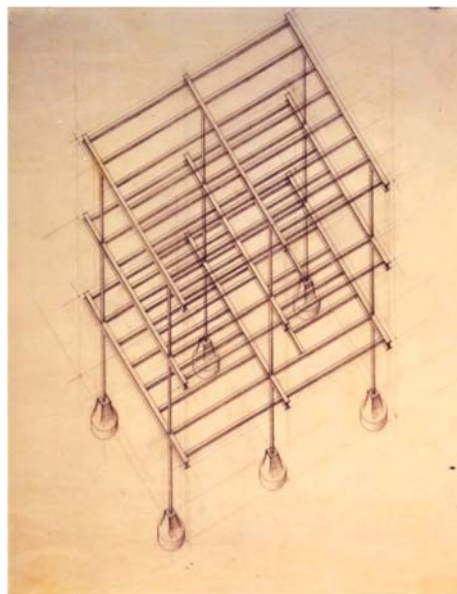
Vivienda experimental para la Werkbund Exhibition, Walter Gropius, Stuttgart, 1927

Propuesta modelo vivienda racionalizada y económica. La planta responde a la modulación de una cuadrícula de 80 cm de lado, lo que permitía la estandarización de los espacios y los elementos constructivos. La estructura es un esqueleto de perfiles de acero, los cerramientos paneles ligeros de madera y chapa con aislamiento.



Vivienda experimental para la Werkbund Exhibition, Walter Gropius, Stuttgart, 1927

Casa Aluminaire. Fue un encargo para ser exhibido en la Exposición de Productos de Construcción de Nueva York de 1931. El arquitecto, recién llegado a Estados Unidos desde la oficina de Le Corbusier, aplica sus ideas de una 'casa mínima' que había sido una preocupación europea común para el problema de la vivienda para la ciudad heredada de la revolución industrial. La estructura es de pilares de aluminio y vigas de acero. También los cerramientos son metálicos muy delgados (menos de 8 cm), con un alma de entramado ligero de acero y madera con aislante, y láminas de aluminio corrugado de la capa exterior; al interior otra capa aislante y unas placas de fibra de vidrio coloreada.



Casa Aluminaire. Albert Frey y Lawrence Kocher, Nueva York 1931

Expansión

Habrá que esperar que pase la Segunda Guerra Mundial con la expansión industrial cuando finalmente el *frame* metálico se ponga de moda en California, gracias a la difusión del programa Case Study Houses. “En el programa de construcción de las Case Study Houses californianas, a partir de los años 50, se generalizó el uso de la estructura de acero, que en realidad encarecía la construcción frente al convencional *platform frame* de madera. En general, las casas demostrativas se han visto forzadas a proponer métodos constructivos nuevos, que en muchas ocasiones no cuentan con el beneficio económico de lo ya ampliamente difundido y experimentado” (1)

(1) Terrados Cepeda, Javier. Incursiones experimentales en vivienda prefabricada. Tesis doctoral US 2011



Case Study House n°8. Charles & Ray Eames 1945

3. LA COORDINACIÓN DIMENSIONAL

La arquitectura modular

Es una arquitectura que se caracteriza por su versatilidad, tecnología y rapidez. La ventaja de la arquitectura modular nace de su posibilidad de industrialización, prefabricación y estandarización, procedimientos que se aplican a otros campos de la producción y que consiguen un abaratamiento de costes, una posibilidad de repetición y un control de calidad del producto.

No existen limitaciones, siempre que se cumplan una serie de reglas que se incorporan desde el primer momento al proceso de diseño de los espacios. De esta forma de proyectar con módulos resulta un producto de alta calidad, porque existe un proceso interrelacionado entre el proyecto y el diseño: se fabrica para construir, y se construye como se fabrica.

Geometría y materialización

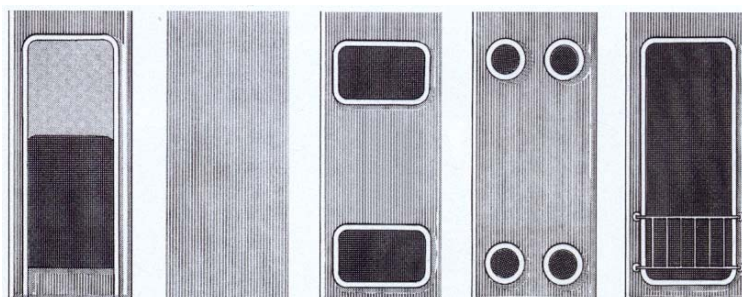
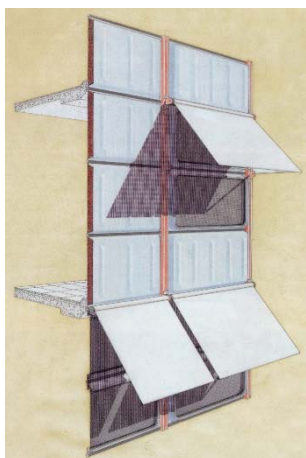
La coordinación dimensional en cualquier sector productivo se presenta como un acuerdo geométrico, previo e imprescindible, entre todos los agentes participantes en el proceso, destinado a garantizar el perfecto acoplamiento y funcionamiento del producto final. (1) Por tanto, en la búsqueda de la industrialización del proceso constructivo, la coordinación dimensional tiene que ver con la relación entre control de la geometría y materialización de las obras de arquitectura, entendiendo que la primera puede servir a una mayor calidad del producto construido.

Dimensiones, proporción, adecuación a las necesidades del habitar, escalas, son conceptos relacionados con la construcción cuya evolución puede seguirse lo largo del tiempo hasta nuestros días. Tradicionalmente estos conceptos se han ido definiendo en relación a las distintas formas de materializar la arquitectura, y para ello se ha trabajado con técnicas de modulación acordes, resultado un reflejo de las necesidades del momento.

Esta relación íntima y continua entre relaciones geométricas y espacios construidos ha influido en nuestras percepciones sensoriales (junto a ideas como confort, hábito o cotidiano) y va a condicionar de algún modo toda la arquitectura doméstica trasladándose a la composición de las estancias, sus proporciones, o los módulos empleados.

Las ventajas de aplicar la coordinación modular a los proyectos (y las obras) tienen que ver con la eficacia del proceso: se reducen los tiempos de ejecución en obra, porque los elementos se acoplan directamente; se reducen los residuos generados, porque no hay que hacer ajustes en obra; y se optimiza el funcionamiento de las uniones en seco.

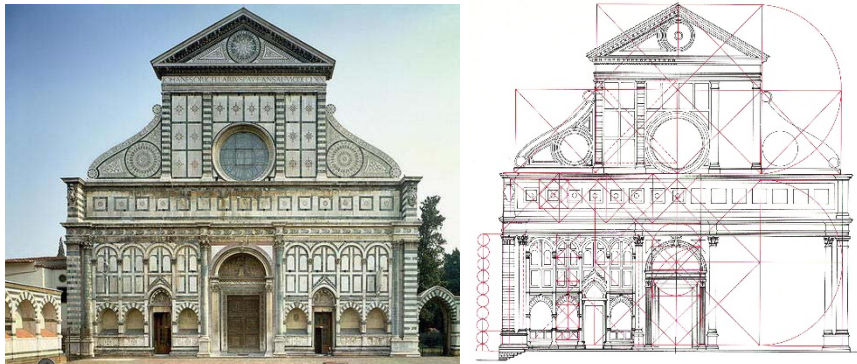
(1)Proyectar la arquitectura desde la coordinación dimensional. ITeC Institut Tecnologia de la Construcció de Catalunya, 2004



Paneles de fachada de sede social CIMT, Prouvé

Orden y belleza

La importancia de las disciplinas modulares se encuentra ya en civilizaciones antiguas, en donde la relación de estos sistemas de control geométrico con la construcción tenía una relación inmediata de carácter práctico. Los módulos correspondían a las dimensiones de los elementos básicos de construcción (diámetros de columnas o luces máximas entre muros de carga, por ejemplo), y se relacionaban según sus necesidades estructurales. Las grandes construcciones monumentales que ha legado la historia a la humanidad siempre presentan un rigor geométrico y una modulación evidentes, cualidades que no solo les otorgan una belleza reconocida sino que, en el momento en que fueron erigidas, también facilitaron extraordinariamente su proceso de materialización.



Fachada de Santa María Novella, Alberti, terminada 1470. Estudio geométrico del trazado

Muchos expertos reconocen que, a lo largo de la historia de la arquitectura, el “orden” oculto que la coordinación dimensional aporta no es solamente la respuesta a un problema de índole material y de organización, sino también una de las bases sobre las que se sustenta la belleza, cualidad que debe ser reconocida en cualquier obra arquitectónica. Así pues, la composición formal de la arquitectura se ha basado, históricamente, en la modulación estricta de las proporciones. Probablemente, esta conveniencia se apoyaba en unas razones empíricas de raíz constructiva. A falta de medios de cálculo, la experiencia iba demostrando que las construcciones con unas determinadas proporciones eran más estables, más resistentes y también más fáciles de ejecutar. La composición arquitectónica incorporaba de esta forma al proceso de proyectación formal estas proporciones “convenientes”.

Intemporalidad del orden dimensional

Entre nuestros arquitectos, un ejemplo interesante de coordinación dimensional se halla en la obra de Antonio Gaudí. Sus edificios están concebidos bajo un estricto orden

geométrico y dimensional que subyace tras sus originales y complejas construcciones. El arquitecto se apoyaba en el orden geométrico tanto durante el proyecto como en la fase de obras. (1)

Posteriormente los materiales y nuevos sistemas constructivos permitieron al Movimiento Moderno trabajar con una libertad nueva, lejos de las restricciones anteriores. La estructura se hizo independiente de los muros, y pudo alcanzar luces antes impensables. La construcción a partir de entonces siguió en muchos casos atenta al control geométrico y la modulación, al menos en cuanto que aportaban rigor y racionalidad a los proyectos. Sin embargo también se abrió la opción a alejarse de este camino, y mucha construcción, sobre todo la edificación masiva más reciente, optaron por esa vía buscando la rapidez y la economía de los proyectos.

Aunque pueda parecer contradictorio, geometrías compositivas mucho más simples y repetitivas que las de Antoni Gaudí, como son las agrupaciones de casas en hilera o los bloques de viviendas en altura, si no contemplan la coordinación dimensional pueden dar lugar a procesos de ejecución muy ineficientes (tiempos muertos, montones de mermas, uniones deficientes, etc.), porque los pequeños errores dimensionales se amplifican debido al efecto multiplicador de la repetición.

(1)Proyectar la arquitectura desde la coordinación dimensional. ITeC Institut Tecnologia de la Construcció de Catalunya, 2004



36 Viviendas en Ciudad Pegaso (Madrid) 2005. Luis Martínez Santa-María

Industrialización y coordinación dimensional

La introducción de nuevos sistemas de construcción más industrializados exige al proyecto arquitectónico, como contrapartida, un planteamiento mucho más riguroso de la coordinación dimensional, planteamiento que ha de continuar, posteriormente, en el momento de la ejecución. Debe estar presente en todas las fases del proceso constructivo desde el inicio como una actitud en el proceso de diseño.

Los arquitectos que empezaron a trabajar con elementos industrializados siempre trabajaban con elementos modulados, cada vez más elaborados, más especializados y algunas veces prefabricados. Así, en 1924 Le Corbusier escribe: “(...) en Pessac estuvimos trabajando sólo con elementos estándar: la misma ventana en todas partes, la misma caja de escaleras, la misma puerta, el mismo sistema de calefacción, la misma celda de hormigón de 5,0x5,0 y 2,5x5,0 metros, el mismo equipamiento para cocinas, lavaderos y baños. Sin embargo ya en este proyecto el primer problema para trabajar con elementos estandarizados fue encontrar empresas que pudieran suministrar los elementos a un precio razonable, y la obra terminó con mayor empleo de mano de obra para ajustes artesanales”. (1)

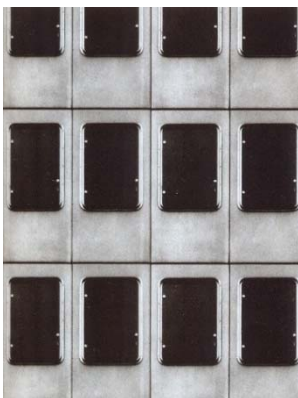
(1)Díaz Segura, Alfonso. El concepto de prefabricación en Le Corbusier. CEU ediciones, textos docentes, 2011

La geometría constructiva

Hasta ahora la construcción todavía es, en su mayor parte, mecánica y acoplamiento. La geometría constructiva es la técnica que permite que este proceso sea rápido, seguro, fácil y fiable.

La construcción de edificios se basa en la unión de una cantidad ingente de productos diversos, cada uno con su propia forma, material y propiedades, para crear un nuevo conjunto de índole superior, que se tiene que comportar de forma solidaria y previsible. En el proceso de ejecución de este conjunto superior, que denominamos “obra”, los distintos productos son manipulados con tecnologías diferentes y unidos mediante sistemas de unión diversos. Todo ese complejo proceso requiere un acuerdo geométrico previo que debe haberse establecido en el proyecto arquitectónico.

La construcción de conjuntos complejos a partir de la agregación simple de unas pocas piezas básicas ya garantiza por sí misma los tres objetivos más tangibles de la coordinación dimensional: ahorro de tiempo, reducción de residuos, y uniones más fiables.



Paneles de fachada de sede social CIMT, Prouvé

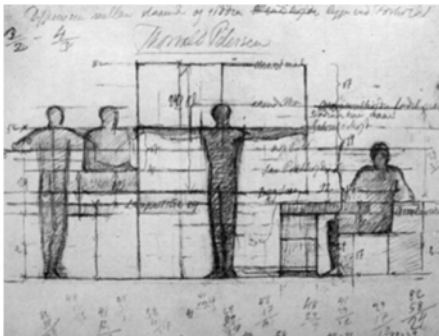
La modulación en el proyecto

Relacionado con la "ergonomía". La coordinación dimensional está vinculada a las dimensiones y capacidad de movimiento de las personas, sus muebles, objetos y medios de transporte. La racionalización de todos los procesos constructivos a lo largo de los siglos XIX y XX se apoyó en una sólida base de estudios antropométricos (1). Las primeras dimensiones que ha de tener el arquitecto proyectista, junto con las de los muebles y utensilios de cada actividad deben estar supeditadas a las medidas de las personas.

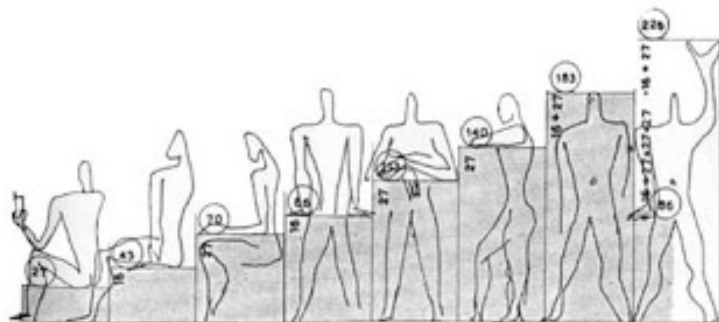
Hay que buscar una ergonomía del usuario final, que debe estar en una relación de comodidad y seguridad con el entorno construido inmediato. Y también la ergonomía del operario, minimizando los problemas que puedan encontrarse los operarios que manipulan los productos constructivos.

En esta búsqueda de lo racional y lo estándar del movimiento moderno, tenemos los estudios antropométricos y de programas funcionales en el conocido libro "Arte de Proyectar en Arquitectura", de E. Neufert (arquitecto, alumno de la Bauhaus) publicado por primera vez en 1936.

(1)Proyectar la arquitectura desde la coordinación dimensional. ITeC Institut Tecnologia de la Construcció de Catalunya, 2004



Estudios antropométricos para diseño de mobiliario, Kaare Klint 1918



Modulor de Le Corbusier. Para un hombre tipo de 183 cm de altura.

Una serie de valores preferentes muy conocida es el Modulor de Le Corbusier publicado en 1948, que consiste en aplicar la serie del número de oro a un módulo que es "la altura del hombre" (Le Corbusier adoptó inicialmente el valor 175cm y, posteriormente, 183cm). El sistema se buscó en relación con la escala humana, y pretendía superar las

diferencias entre el sistema métrico (arbitrario) y el sistema sajón (antropomórfico pero demasiado complejo), al efecto de poder llegar a un acuerdo global en todo el mundo tecnológico. Le Corbusier pretendía, además, un módulo que garantizara la belleza de las proporciones; exploró su aplicación en la Unité d'habitation de Marsella entre otros. También otros como Rafael Leoz confiaron en la geometría y la modulación como medios para alcanzar la belleza (la industrialización no debía agotar la capacidad creativa del arquitecto). Leoz incorporó su Serie Amarilla como continuadora de las series Azul y Roja del Modulor de Le Corbusier.

“Descubierta esta esencia (la esencia del espacio arquitectónico) se obtendrían los motivos básicos, que con una adecuada combinatoria y la colaboración industrial en la resolución de los detalles materiales, daría como resultado la obtención de nuevas leyes generales de composición, válidas desde el campo urbano al diseño industrial, que desembocarían en un sistema universal de coordinación dimensional”. (1)

(1) López Díaz, Jesús. Tras los pasos de Le Corbusier: la modulación geométrica y la vivienda social en las teorías del arquitecto Rafael Leoz (1921-1976). Actas del XVIII Congreso español de historia del arte, 2010

Modular como técnica de proyecto

En relación a Lège y Pessac, primera tentativa real de llevar la prefabricación a un barrio completo, Le Corbusier buscó un sistema abierto de prefabricación en el que el arquitecto dispone de un número limitado de elementos (en este caso las ventanas) y unas leyes de combinación que posibilitan un sinfín de soluciones. (1)

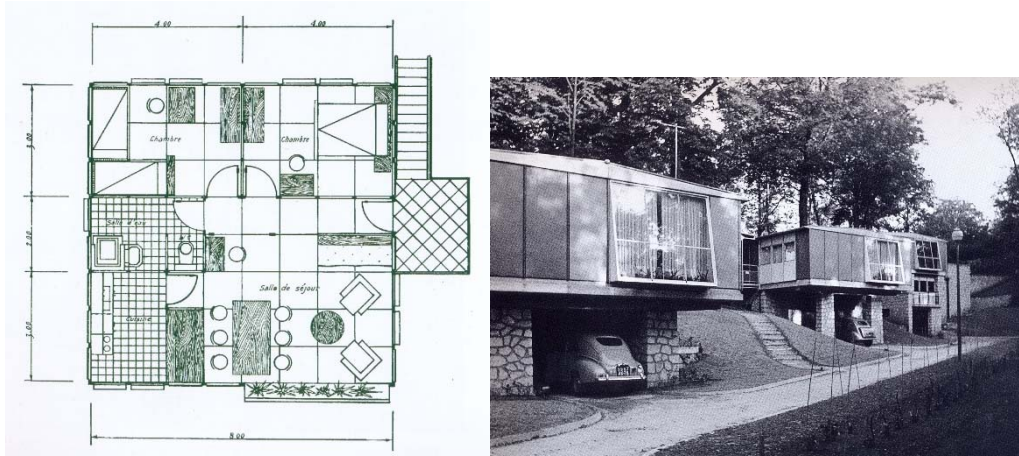
(1) Díaz Segura, Alfonso. El concepto de prefabricación en Le Corbusier. CEU ediciones, textos docentes, 2011

Prouvé (con una actitud más práctica que Le Corbusier, conocedor de los procesos de producción de elementos) hace una prefabricación cerrada (prototipos); pero estrictamente modulada, por lo que sus paneles podrían servir como elementos en sistemas de prefabricación abiertos.

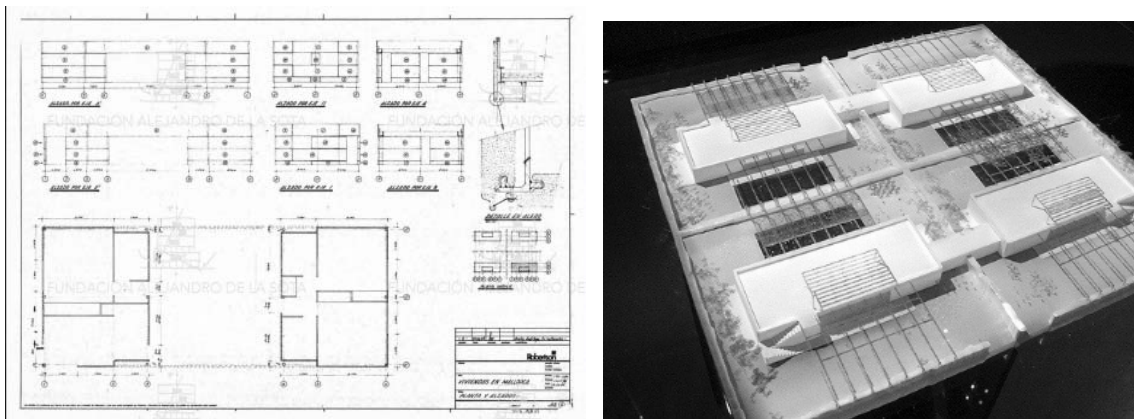
Somete sus proyectos residenciales a una modulación estricta, incluso los más singulares. El módulo empleado es siempre de un metro y lo defiende con una convicción absoluta. Cuando afirma *“nuestras construcciones forman un todo; estamos equipados para hacer conjuntos, no fragmentos de casas”* y rechaza la industrialización abierta, está siendo, en ocasiones, contradictorio con aprovechar esa obsesiva modulación para proponer variaciones con las bellísimas piezas de su no reconocido catálogo. Piezas de aluminio rayado, con o sin óculos de cristal de distintos colores, con aireadores o extractores; paneles de vidrio, siempre de un metro; módulos con ventanas de guillotina escamoteables en el peto, con mecanismos y contrapesos de tijeras; lamas fijas y orientables; marquesinas... Son esos momentos intensos de la articulación entre la

estructura y la piel los que, sin buscarlo, están proponiendo un nuevo y optimista lenguaje arquitectónico...*“Todos los elementos ensamblan bien, solo supe cómo hacer las variaciones. Como Bach sus variaciones sobre un tema”*.

(1)de Lapuerta, José María. Prefabricación y vivienda: alternativas ligeras. AV monografías, Jean Prouvé 1901-1984, nº 149 (2011), pp. 78-85



Maison Standard Metropole, Prouvé. Planta tipo modulada según cuadrícula de 1 metro de lado



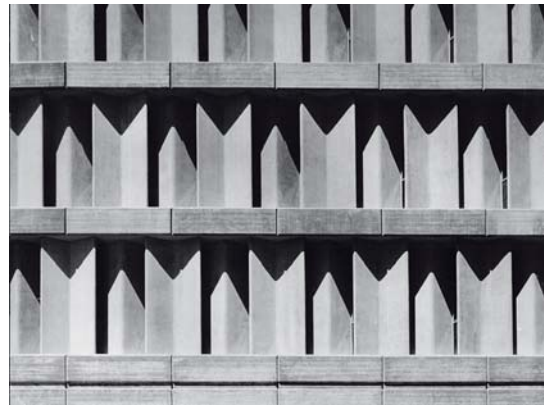
Casas en Alcudia, Alejandro de la Sota. Plano de despieces de fachada, y maqueta

El concepto del 'módulo objeto'

El módulo objeto es la propuesta teórica enunciada por G.C.Argan (Proyecto y Destino, Universidad Central de Caracas Venezuela, 1969) en la que apostaba a nivel teórico por el paso de la utilización de la 'coordinación modular' al empleo masivo de objetos materiales idénticos que produciría la industria imponiendo sus propias leyes y formas, que darían lugar a una coordinación entre objetos. (1)



Edificio IBM Madrid, Miguel Fisac 1966



Detalle modulación de fachada

En la práctica hoy se puede constatar la utilidad de este concepto en la ejecución de edificios de formas y volúmenes simples que responden a programas de necesidades muy estrictos: edificios prácticamente normalizados para nuevas zonas industriales o comerciales; escuelas y hospitales; edificios de oficinas de planta libre.

Más contundente es aún el caso de los edificios a base de apilado de módulos 3D que ejemplifican la forma rotunda el módulo objeto, en este caso como volumen tridimensional. Las realizaciones a base de elementos tipo 3D ejemplifican en forma clara la materialización del módulo objeto llevado al extremo.

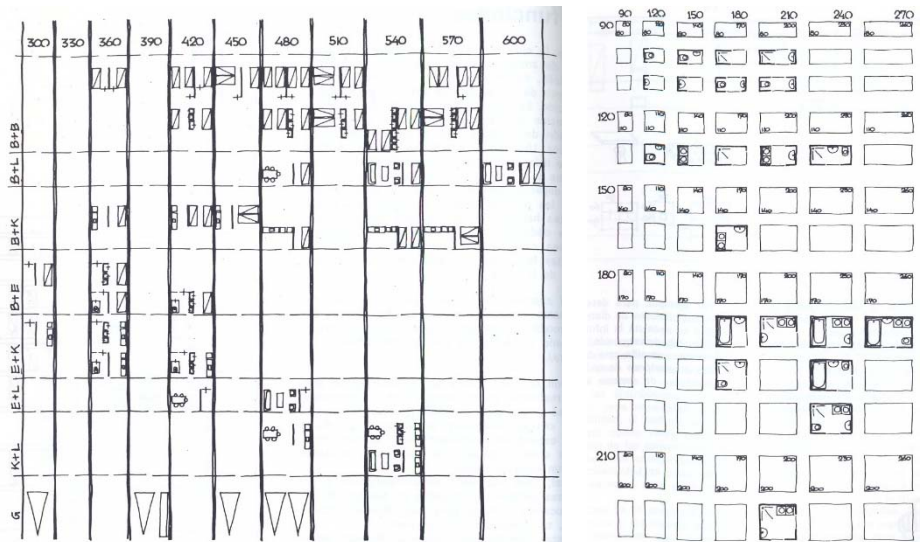
(1) Julián Salas (investigador principal), y otros. Estrategias para incentivar la industrialización de la construcción. Consejo Superior de Investigaciones Científicas e Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, 2012

Regulación

Tras la segunda guerra mundial, con los trabajos de construcción en masa de edificios de viviendas y los problemas de los sistemas cerrados de prefabricación, se volcaron grandes expectativas en los sistemas abiertos y en la 'coordinación dimensional', sobre todo con las teorías de Habraken que se difundieron en los setenta y que incluso se enseñaban como técnica de proyecto en las escuelas de arquitectura holandesas. (El diseño de soportes, 1974).

Visto que la 'coordinación dimensional' debía ser entendida como recurso común entre arquitectos, productores, constructores y usuarios, surgieron convenios, catálogos y los primeros intentos de regulación en los países en los que los sistemas de producción industrializada estaban más desarrollados como en Francia, Italia, Reino Unido y Dinamarca. (1)

(1) del Águila García, Alfonso. Industrialización de la edificación de viviendas, tomo 2, edición 1986



1. Habraken. Distribuciones posibles en habitaciones con longitud y anchura variables.
2. Habraken. La colección de espacios de servicio considerados por el diseñador puede ser indicada con precisión

Actualmente, la medida más utilizada para la coordinación dimensional de todos los productos del mercado es el de 120mm con sus múltiplos y divisores. Ello es debido a que el 120 ofrece una mayor posibilidad de división que el 100. Así tenemos que la mayoría de las piezas se modulan en 120 x 240mm. Sin embargo, para piezas utilizadas en vertical el módulo se amplía a 320mm ó 360mm por cuestiones de altura. Como decía Rafael Leoz la mayoría de los edificios responden a porciones construidas entre rebanadas de planos horizontales.

De esta manera, tendríamos una serie de módulos formada por las siguientes medidas:

30, 40, 60, 90, 120, 240, 320, 360 de las que se pueden hacer más subdivisiones:

$$30/2=15; 40/2=20; 90/2=45$$

Utilidad, con flexibilización

En la práctica no se ha avanzado tanto como se pretendía. Los elementos de construcción, cada vez más industrializados, tienden a moverse en ciertas dimensiones dadas por la práctica y a estandarizarse (espesores de tabiquería, anchos de puertas, cantos de forjado) y muy pocos arquitectos e industriales ponen énfasis en el empleo de la 'teoría'. Los escasos defensores de su utilidad práctica, se muestran más pragmáticos en la actualidad y se acercan al tema buscando 'una herramienta', meta que tampoco es original ni actual, ya que Habraken la lanzó como tal en sus primeros escritos de los años sesenta. La 'coordinación dimensional' se entiende como una herramienta práctica para impulsar el desarrollo de la construcción industrializada mediante componentes, y parece realista pensar que mediante el empleo de la misma se facilite al productor de elementos,

componentes y/o subsistemas introducir sus 'productos' en soluciones previstas desde el proyecto. (1)

(1) Julián Salas (investigador principal), y otros. Estrategias para incentivar la industrialización de la construcción. Consejo Superior de Investigaciones Científicas e Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, 2012

La mejor coordinación dimensional debe ser lo suficientemente flexible para poder ser aplicada en prácticamente cualquier edificio, en el grado necesario y según las exigencias y capacidades de los agentes implicados y existe una clara tendencia al abandono de la radicalidad intransigente de la obsoleta disciplina modular académica. (1)

(1) Projectar la arquitectura desde la coordinación dimensional. ITeC Institut Tecnologia de la Construcció de Catalunya, 2004

Se propone como recomendación conceptual:

Abandonar los intentos de conseguir que todas las dimensiones sean modulares, por una utilización mayoritaria de 'elementos modulares' o 'módulos objetos' con la ayuda de 'espacios fuelle' o de adaptación.

1. La 'coordinación dimensional' como herramienta de lenguaje.

Si cada uno de los agentes diferentes implicados en las distintas fases del proceso (anteproyecto, proyecto, suministro de elementos, ensamblaje, uso) asumiesen voluntariamente unas reglas mínimas de 'coordinación dimensional' como lenguaje de entendimiento y de intercambio, se intuye que podría lograrse el incremento del inventario de elementos, componentes y subsistemas existentes en el mercado, que permitirían mejoras cualitativas y cuantitativas sustanciales en el producto final. Esta arquitectura modular 'coordinada' se caracteriza por la posibilidad de reemplazar o agregar cualquier elemento sin afectar al resto del sistema.

(1) Julián Salas (investigador principal), y otros. Estrategias para incentivar la industrialización de la construcción. Consejo Superior de Investigaciones Científicas e Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, 2012

2. En relación a la perfectibilidad.

Después de la obra, en la puesta en uso, adaptación y mantenimiento. La experiencia demuestra que los edificios bien coordinados dimensionalmente permiten un uso mucho más flexible, porque las modificaciones cotidianas más básicas pueden ser ejecutadas con mayor facilidad (desplazar aberturas, eliminar o añadir divisiones interiores, etc.). Igualmente, las reparaciones y el mantenimiento son actividades más económicas cuando existe una buena coordinación dimensional, puesto que las tareas de deconstrucción y sustitución son más rápidas y simples.

Esta perfectibilidad no solo corresponde al interior del edificio sino que también puede ser trasladada a la fachada. En la composición de la fachada en su conjunto, pueden incidir también concordancias dimensionales con muchos otros subsistemas, tales como

la estructura, las aberturas, los revestimientos, las instalaciones, etc. Una fachada bien coordinada dimensionalmente debe también ser flexible para permitir, de una manera sencilla que facilite resultados óptimos, realizar cambios, adiciones, mejoras, sustituciones, intercambios, etc. (barandillas, cerramiento de balcones, protecciones solares, lavaderos, etc.) en sus elementos para mejorar las prestaciones y adaptarlos al usuario. (1)

(1) Projectar la arquitectura desde la coordinación dimensional. ITeC Institut Tecnologia de la Construcció de Catalunya, 2004

Por tanto, la construcción modulada permite acuerdos para el empleo de elementos básicos estandarizados, que facilitarían no solo la construcción sino también la intervención posterior sobre las viviendas. Como ejemplo, tenemos la modulación estricta empleada en la cultura japonesa con los tatamis (cuyas dimensiones se reconocen tanto en la habitación, como en la casa y la ciudad), que permiten el uso de elementos estándar y sus posteriores rehabilitaciones. *“En la planta de la casa japonesa, todas las longitudes y las anchuras y, por consiguiente, también las formas y las proporciones de las habitaciones vienen determinadas por las medidas de los tatami. Salvo en los espacios secundarios, la entrada, el baño y la cocina, cuyo pavimento de cemento o de baldosas está a la misma altura que el terreno, es decir, a unos cuarenta centímetros por debajo del suelo revestido de tatami – con la excepción del retrete y del peldaño revestido de madera del baño y de la cocina-, no hace falta tomar ninguna medida especial. El tamaño de la habitación es sencillamente el resultado del número y de la colocación de los tatami.”* (1)

(1) Bruno Taut. La casa y la vida japonesas. Explicaciones sobre el plano de nuestra casa 'Pureza de corazón'. Proporciones generales

Como ejemplos podemos citar las rehabilitaciones de pisos que está llevando a cabo la empresa Muji, en las que se usan particiones y mobiliario estándar que atienden a la modulación original de la planta.



Rehabilitaciones MUJI, vivienda original y estado reformado

3. El concepto de 'espacio fuelle'.

Este elemento es de gran utilidad para obras en solares difíciles (donde es necesario densificar tejidos existentes o en rehabilitaciones) porque incluye 'tolerancias'.

Visto el fracaso de extender la 'coordinación modular' de forma universal a nivel práctico (es decir, conseguir que todas las dimensiones empleadas en proyecto fueran modulares), se precisan recursos para flexibilizar su uso. "La práctica demuestra la conveniencia de potenciar el empleo restringido del llamado 'espacio de fuelle' o 'espacio de adaptación', y que en forma práctica podríamos acotar como la forma de agrupar tolerancias, errores dimensionales y/o dimensiones a-modulares de todo tipo, en un espacio tridimensional lo más reducido posible de carácter a-modular, variable, azaroso... que requiere 'per se' una pragmática solución tradicional, artesanal o industrializada, según aconseje cada caso para su resolución 'in situ'". (1)

(1) Julián Salas (investigador principal), y otros. Estrategias para incentivar la industrialización de la construcción. Consejo Superior de Investigaciones Científicas e Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, 2012

4. CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA A BASE DE COMPONENTES LIGEROS

Objetivos

Se entiende un sistema constructivo industrializado como aquel que se basa en el empleo de componentes (1). Gropius defiende una industrialización de la vivienda en base a sus partes no al resultado total. Otros defendían el desarrollo de modelos integrados, como un automóvil, que viene completo de fábrica con todas las funciones necesarias y un equipamiento de última generación, incluso desechable al aparecer en el mercado un modelo de prestaciones superiores. Entre estos últimos se encuentran Fuller, Prouvé, Archigram Price y los Smithsons.(2)

Superadas las exigencias iniciales a las que dio respuesta la construcción industrializada, es decir rapidez, economía y disponibilidad, se debe revisar su vigencia en el escenario actual. Recopilaremos de un modo breve las características y ventajas que la arquitectura industrializada mediante componentes ligeros ofrece hoy, gracias a unos textos de Pablo Saiz Sánchez, que en su artículo 'Alejandro de la Sota. Un aire industrializado. Seis propuestas para este milenio' (3), se ocupa de la figura de Alejandro de la Sota como pionero de la arquitectura industrializada en nuestro país (siguiendo a los maestros Mies, Gropius, Fuller o Prouvé).

Tras una primera etapa en la que este utiliza paneles prefabricados de hormigón (arquitectura 'química'), se analiza su trabajo posterior con sistemas prefabricados ligeros de montaje en seco (su arquitectura 'física'). Para este análisis, Pablo Saiz hace un

paralelismo entre arquitectura y literatura al aplicar a la arquitectura industrializada los términos planteados por el escritor Italo Calvino en 1985 en sus 'Seis Propuestas Para el Próximo Milenio' (4), sus reflexiones sobre la literatura que se aproxima. En el texto, Italo Calvino hace cinco sugerencias para la literatura que viene:

- Levedad
- Rapidez
- Exactitud
- Multiplicidad
- Visibilidad

Incluye además un sexto objetivo que no pudo formar parte del texto original de Italo Calvino (5), pero que había quedado esbozado: Consistencia

El autor mantiene estas categorías como objetivos para la 'casa industrializada' en su Tesis Doctoral (6)

(1) Blachère, definiciones:

- Componente: un producto concebido y fabricado para uno o un número limitado de empleos en la construcción
- Componente de catálogo: componente diseñado y fabricado de antemano
- Componente a demanda: componente fabricado a medida, a la vista del proyecto de una construcción

(2) Saiz Sánchez, Pablo. La casa industrializada, seis propuestas para este milenio. Tesis doctoral ETSA UPM 2015

(3) Saiz Sánchez, Pablo. Alejandro de la Sota. Un aire industrializado. Seis propuestas para este milenio. I Congreso Pioneros de la Arquitectura Moderna Española: Vigencia de su pensamiento y obra: Actas digitales de las Comunicaciones aceptadas al Congreso. Coord. por Teresa Couceiro Núñez, 2014, pp. 875-883

(4) Calvino, Italo. Seis Propuestas Para El Próximo Milenio. Siruela, 1990

(5) Calvino murió antes de completar esta conferencia

(6) Saiz Sánchez, Pablo. La casa industrializada, seis propuestas para este milenio. ETSA Politécnica de Madrid, 2015



Casa Domínguez, Alejandro de la Sota 1975

1. Levedad

De la Sota adopta los sistemas industrializados ligeros como un modo de acercarse a la efectividad y la facilidad en la construcción al quitar peso a los materiales, por medio de la tecnología y la técnica. Según la definición de Ortega *"la técnica es el esfuerzo para ahorrar esfuerzo"*, aplicando procesos de racionalización al proyecto se podrían minimizar esfuerzos posteriores inútiles en obra.

Pero, avanzando sobre esta idea de levedad, se puede incluso llegar a una arquitectura que, al liberarse del peso de los materiales y la construcción, pueda también liberarse del peso de la historia y la tradición, de la arquitectura heredada.

Atendiendo a este objetivo, la producción de los materiales debe también conseguirse un menor impacto en el medio, tanto alargando su vida útil como minimizando su huella en el territorio y optimizando su comportamiento en relación al medio.

2. Rapidez

El tiempo se entenderá como un material de construcción, y optimizarlo se convierte en un objetivo relacionado con el concepto anterior de 'facilidad existencial'.

Por un lado una producción industrial potente consigue rapidez a través de la optimización de los procesos, la cadena de montaje y una organización racional del trabajo.

En cuanto a la arquitectura, se consigue rapidez a través de la industrialización de las distintas fases del proceso. En el proyecto, con trabajo previo se conseguirán minimizar los elementos a emplear quitando todo lo que sobra; no será necesario inventar soluciones constructivas porque los catálogos ya han realizado este trabajo. En obra, el 'montaje' de piezas resultará más rápido que la 'construcción' tradicional.

La 'casa industrializada' puede reducir los plazos gracias a la organización eficaz del trabajo y la productividad de la industria.

3. Exactitud

La mecanización de la producción permite conseguir piezas más exactas y mejores materiales, además de la aplicación de controles de calidad rutinarios más exigentes, tanto en los elementos fabricados como en los procesos productivos. Así la producción industrializada puede estar en continua progresión. Como ventaja, deberían usarse siempre los mejores materiales y sistemas que la tecnología pueda ofrecer.

Esta exactitud en la ejecución material, exige también una mayor exactitud en la definición del proyecto, más exigente conceptualmente, y también en relación a una mayor precisión en la definición física de los elementos posible gracias herramientas de proyecto cada vez más avanzadas técnicamente -dibujo, cálculo y otras-. Nuevos sistemas de cálculo, representación y diseño que permiten analizar con modelos virtuales estructuras tridimensionales complejas de una forma antes impensable.

Que todos los pasos del proceso constructivo desde sus primeros planteamientos, estén bien organizados, porque no serán admisibles los reajustes en obra. Esta exactitud en los

procesos implicará además una mayor precisión en el uso del lenguaje, la racionalidad constructiva.

4. Visibilidad

En cuanto al 'estilo', hay dos posicionamientos posibles. Uno según el cual la arquitectura debe, con las técnicas disponibles, ser capaz de ofrecer la imagen que corresponde a cada cultura (porque la imagen sería un producto de la cultura).

Pero hay otra posición, en la que la arquitectura industrializada en seco puede encuadrarse, según la cual la imagen sería fruto de la lógica de los materiales y los procesos constructivos. En la cultura de consumo actual, la vivienda industrializada debe ofrecer además una imagen de marca, de producto reconocible.

En este segundo razonamiento, los cambios tecnológicos formarán parte de cambios culturales. De la Sota *"La forma por la forma me parece caso deshonesto. Digamos que la belleza tiene que ser un resultado, naturalmente, pero como consecuencia de nuestro refinamiento"*. (1)

5. Multiplicidad

Ventajas de la repetición de elementos y modelos en la producción a gran escala; eficacia del empleo de soluciones de catálogo; racionalidad del empleo repetitivo de módulos.

Para introducir la posibilidad de variación y singularidad, se usarán 'sistemas' de proyectar racionalizados, como hemos visto en las propuestas de Le Corbusier o Rafael Leoz, entre otros: el arquitecto como creador de sistemas. Entendiendo, como define Iñaki Ábalos, *"Un sistema como un juego que permite variaciones para crear cosas diferentes utilizando siempre las mismas reglas"*. (2)

Hoy esta necesidad de singularidad dentro de la repetición se traduce en la necesidad de ofrecerse a los consumidores como un producto capaz de ser personalizado, esto es, producido según los medios de producción industrializados pero atendiendo a las exigencias de un usuario concreto.

6. Consistencia

La casa industrializada, ante el escenario de su pérdida de utilidad y vigencia, debe responder de un modo diferente a la construcción tradicional cuyo fin es la destrucción (y el reciclaje parcial de materiales cuando sea posible). La arquitectura industrializada hace una apuesta más firme por su vigencia, y asumiendo el momento inevitable en que llegue su obsolescencia, puede ser desmontada para dar otra vida a sus elementos.

(1) Cita en artículo. Saiz Sánchez, Pablo. Alejandro de la Sota. Un aire industrializado. Seis propuestas para este milenio

(2) Ábalos, Iñaki. La buena vida. Visita guiada a las casas de la modernidad. Gustavo Gili, 2000

Niveles de construcción a base de componentes industrializados

Los componentes industrializados pueden emplearse en construcción de distintas maneras. Según Julián Salas (1) pueden definirse cuatro procesos o niveles de construcción a base de componentes industrializados:

Los sistemas cerrados (método de modelos). Que son aquellos en los que los elementos se fabrican conforme a especificaciones internas del propio sistema. Responden únicamente a reglas de compatibilidad interna y el proyecto arquitectónico ha de subordinarse en forma no necesariamente sumisa a los condicionantes del sistema.

Empleo parcial de componentes. La gama de productos y prestaciones es más o menos fija admitiéndose ciertas variaciones dimensionales o de pequeña entidad. Su empleo no requiere un grado de industrialización determinado de sus realizaciones y pueden utilizarse en obras o proyectos claramente tradicionales.

Sistemas tipo mecano. Son resultado de la evolución hacia una apertura “acotada” de los sistemas cerrados, preparados para combinarse en múltiples soluciones suministradas por distintos productores que respetan voluntariamente un lenguaje combinatorio definido y acotado

Sistemas abiertos (industrialización abierta o por componentes, método de elementos). Constituidos por elementos o componentes de distinta procedencia aptos para ser colocados en diferentes tipos de obras, industrializadas o no, y en contextos diversos. Suelen valerse de juntas pretenciosamente universales; gamas modulares acotadas; flexibilidad de proyecto prácticamente total, etc

(1) J. Salas. De los sistemas de prefabricación cerrada a la industrialización sutil de la edificación: algunas claves del cambio tecnológico, Informes de la Construcción vol.60, nº512, 2008, pp.19-34

Industrialización abierta

También conocida como ‘sistema de construcción por componentes compatibles’. Auge en los años 70, siendo un icono el Centro Pompidou en París de Rogers y Piano construido entre 1972 y 77.

Como objetivo de la industrialización abierta, Julián destaca “la posibilidad cierta de que componentes complejos de distintas procedencias y generados con diferentes formas de producción, bajo directrices de proyecto redactadas con mentalidad y disciplina industrial, propicien como resultado espacios contruidos mayoritariamente a base de componentes producidos por empresas distintas” (1).

En industrialización abierta, los componentes para la edificación provienen de diferentes fabricantes, pero pueden ser combinados entre sí. Para que los componentes puedan ensamblarse y conformar bien un edificio o bien una parte del mismo, se deben respetar

una serie de reglas; reglas rígidas y autónomas en los sistemas cerrados, más flexibles en los abiertos.

En relación a las dimensiones, la utilización de unas dimensiones comunes por arquitectos en proyecto y por suministradores para los productos (lo que sería una especie de 'convenio'). Además, para que estas dimensiones admitidas sean aditivas (con múltiplos y submúltiplos), resultan ser modulares; el módulo base más extendido hoy es el 3M o 30cm. Para hacer compatibles las piezas, también deberá ser fijada la precisión con que deben fabricarse y las tolerancias admisibles. También sería necesaria la coordinación en relación a las fijaciones y las juntas.

(1) J. Salas. De los sistemas de prefabricación cerrada a la industrialización sutil de la edificación: algunas claves del cambio tecnológico, Informes de la Construcción vol.60, nº512, 2008, pp.19-34

Compatibilidad universal

Julián Salas (1) niega la posibilidad de una compatibilidad universal entre componentes, "no obstante los hechos demuestran la existencia de una compatibilidad acotada, delimitada, posible, que por supuesto no es espontánea". En este escenario da un papel fundamental a las administraciones, que tendrían capacidad para, mejor que regular de forma rígida, impulsar y coordinar las iniciativas de la empresa privada. Será fundamental avanzar hacia la implantación de una coordinación dimensional y modular flexible y útil, y la posibilidad de intercambiar componentes por compatibilidad de juntas.

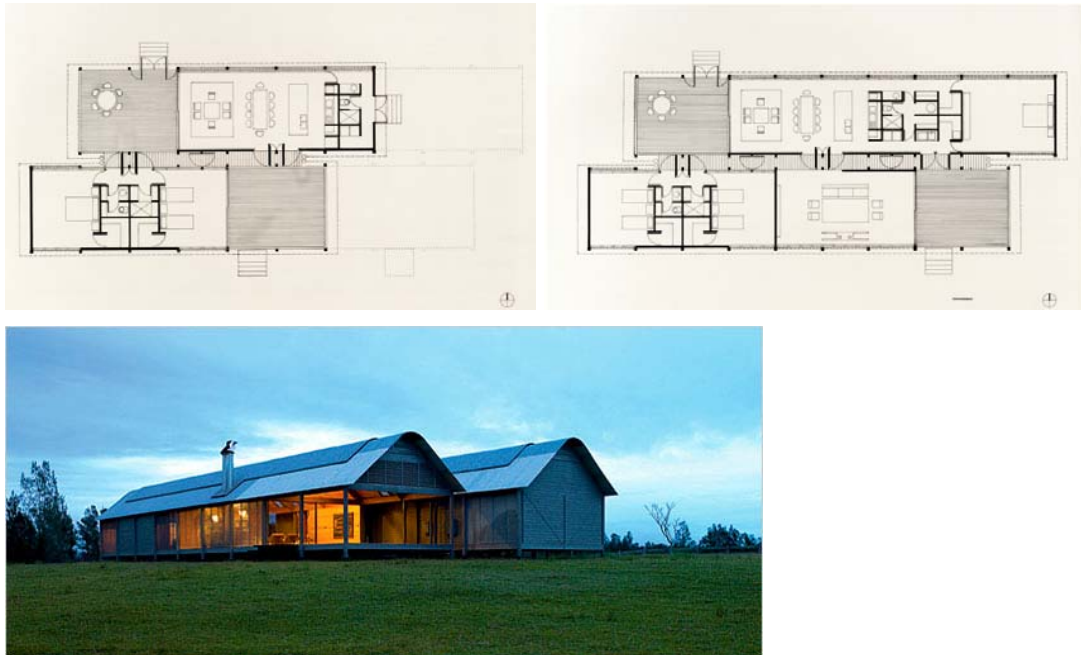
(1) J. Salas. De los sistemas de prefabricación cerrada a la industrialización sutil de la edificación: algunas claves del cambio tecnológico, Informes de la Construcción vol.60, nº512, 2008, pp.19-34

Algunos ejemplos de industrialización abierta

El australiano Glenn Murcutt ha proyectado muchos edificios de escala pequeña, según planteamientos de industrialización abierta. Utiliza normalmente materiales eficientes, sencillos, modulados y disponibles en el lugar, y también materiales industrializados de catálogo (chapa ondulada, ventanas estándar con protección solar, y otros). Además usa técnicas constructivas empleadas de forma habitual por mano de obra local, en las construcciones de la zona. En la casa Marie Short, la chapa corrugada y las cubiertas curvas dan a la casa una apariencia elegante, sencilla y en sintonía con los elementos climáticos y el paisaje.

Y construye de manera que los materiales se puedan reciclar y reusar. Esta casa fue proyectada para que pudiera ser fácilmente desmontada y reubicada en otro lugar. Así cuando en 1980 Murcutt compró la vivienda de Marie Short para convertirla en su casa, desmontó y reutilizó todos los materiales existentes en la ampliación que llevó a cabo, sin generar ningún residuo. La ampliación mantuvo la estructura tipológica de la vivienda

alargando cada uno de los pabellones. Se desmontaron los frentes y se reconstruyeron las terrazas en cada uno de los nuevos extremos, añadiendo nuevos espacios adaptados a las necesidades de la familia Murcutt.



Casa Marie Short, Glenn Murcutt 1975. Plano original 1975, plano de la ampliación 1980, e inserción en el entorno

En edificación plurifamiliar hay que destacar el prototipo Dominó-21 (1), que es el resultado de un proyecto de investigación del departamento de proyectos de la ETSAM (director José Miguel Reyes González), y en el que colaboraron múltiples empresas. El edificio se montó en una feria de construcción en 2004.

El sistema planteado d21 tiene como objetivo que el usuario pueda actuar sobre el espacio habitado modificándolo con facilidad, para que pueda dar respuesta a las distintas demandas que se produzcan en el tiempo. Para ello:

- Se define un sistema constructivo a partir de componentes compatibles. Estos componentes son piezas estandarizadas que pertenecen al catálogo general de distintas empresas, y son capaces de ensamblarse entre sí porque están normalizadas, para crear 'mecanos abiertos' fáciles de montar y desmontar en seco.
- Y desde el punto de vista espacial, se define un sistema operativo capaz de generar innumerables variaciones de vivienda. Según unas pautas sencillas ('orden abierto'), las distintas soluciones de distribución espacial quedan correctamente definidas.

El edificio propuesto es una estructura de pórticos metálicos tipo 'botellero' en las dos fachadas, con forjados intermedios que configuran un espacio central continuo y flexible. Este espacio central se equipa con cabinas prefabricadas que se montan en la estructura de fachada; son cabinas cúbicas prefabricadas (módulos 3D) que sirven como terraza,

mirador, baño o cocina. Se proponen 19 modelos distintos para fabricar en serie, similares en dimensiones pero con acabados diferentes para dar respuesta a usuarios también diferentes. Los cubículos salen montados de fábrica y están equipados con todas las instalaciones necesarias; se conectan con las del edificio principal y con las otras cabinas, y también pueden desmontarse y ser sustituidas de forma sencilla.

(1) Reyes González, José Miguel. D21_system: un juego para ser habitado. Mairera Libros 2007



Dominó-21. Cabinas en fachada, y una posible planta de distribución

5. CONCLUSIONES, VIABILIDAD

Se parte de la certeza de que el camino de salida de la actual crisis del sector de la construcción, que ha sido una gran depredadora de recursos materiales y energéticos, debe ser una apuesta por un mayor nivel de industrialización. Hay que replantearse las formas de construcción actuales, y hacerlas avanzar con planteamientos innovadores en el uso de materiales apropiados y procesos más sostenibles que optimicen el uso de recursos y generen menos desperdicios, no solo durante la construcción sino en el total de la vida útil del edificio y su reciclaje. Mediante la industrialización deben conseguirse viviendas mejores, menos caras y de mayor calidad, como resultado de procesos de construcción más controlados. (1)

La industrialización se logra por elementos compatibles, con métodos y técnicas de fácil ensamblaje que permitan montar in-situ principalmente 'piezas' de estas futuras viviendas que han sido producidas con todas las medidas de seguridad en fábrica o a pie de obra, reduciendo al máximo los accidentes, los escombros, el tiempo de ejecución y, con todo ello, el coste del edificio. (2)

Ventajas relacionadas con una mayor carga tecnológica y económica de la construcción: mejor control de la obra; una producción adaptada a las necesidades de la obra (en lo que se denomina 'just in time'); una mejor optimización y control económico y de tiempos; un mejor control de calidad. Y lo que resulta no menos importante: la productividad de

la mano de obra, que será más especializada, más estable, con mayor rendimiento y con unos costes salariales estables.

(1) Julián Salas (investigador principal), y otros. Estrategias para incentivar la industrialización de la construcción. Consejo Superior de Investigaciones Científicas e Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, 2012

(2) Del Águila García y otros. Hacia una nueva vivienda social flexible mediante la investigación de procesos productivos industriales innovadores. IV jornadas internacionales sobre investigación en arquitectura y urbanismo, junio 2011

Relación entre industria y construcción, estado actual

Los productores se han adaptado al proceso de industrialización pero no los constructores, por lo que la edificación es uno de los subsectores productivos tecnológicamente menos avanzados. Para que esto sea posible, los técnicos que elaboran los proyectos deben conocer las nuevas técnicas disponibles.

Se necesita una industria capaz de atender series pequeñas y de calidad que pueda responder a las necesidades de cada proyecto; esto solo será posible mediante la estrecha colaboración entre industriales y proyectistas.

La libertad formal que exige la sociedad actual no impide que los componentes que se usen mayoritariamente en la construcción procedan de procesos industrializados, y además que los procesos de construcción sean crecientemente racionalizados.

Objetivos

Con el objetivo claro de conseguir viviendas eficientes y sostenibles, y entendiendo que la industrialización puede ser el camino para conseguirlo, se pueden enunciar las siguientes premisas (1) que facilitarán la inclusión de la vivienda en la cadena de montaje.

- Regularización de la estructura dentro de una trama modular, con miras a la estandarización del tamaño y forma de los elementos, así como su posible intercambio, sustitución o reciclaje / Conceptos clave: regularización, estandarización
- Análisis de las asignaciones funcionales de las piezas de la vivienda, con objeto de optimizar la superficie final sin impedir las transformaciones que ha de sufrir cualquier vivienda a lo largo de su vida / Conceptos clave: transformaciones
- Estandarización de los paneles de fachadas, particiones, mobiliario y paneles interiores con vistas a su prefabricación / Conceptos clave: estandarización, prefabricación
- Reconsideración de las instalaciones, dada su creciente complejidad y variedad / Conceptos clave: sustitución, perfectibilidad
- Consideración de las posibilidades bioclimáticas del edificio, en función de su ubicación geográfica / Conceptos clave: diseño, protección pasiva

(1) Vv.aa. Proyecto de investigación INVISIO: industrialización de viviendas sostenibles. Informes de la Construcción, vol.61, nº513, 2009

De un artículo que recoge las conclusiones del concurso de construcción sostenible INVISO. Este concurso ha posibilitado el diseño de un abanico de soluciones compatibles entre sí que facilitarán la construcción de viviendas industrializadas teniendo como meta final la cadena de montaje e incrementará en cada paso su sostenibilidad.

El reto está en una industrialización abierta, en el que sean compatibles sistemas, componentes y elementos de distintas procedencias. Esto permitirá mayor flexibilidad en la construcción, pero también en las tareas de mantenimiento, reparación y sustitución posteriores, lo que supone una garantía para el edificio a largo plazo. La práctica actual en España ha impuesto una especie de industrialización abierta, espontánea y sin normas.

6. LA 'TECNIFICACIÓN' DEL MÓDULO. EL MÓDULO EQUIPADO

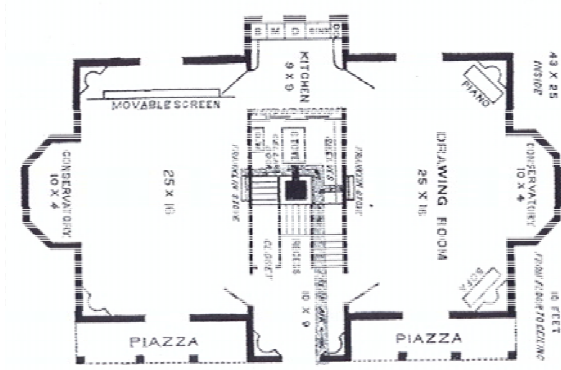
Punto de partida, la casa sin instalaciones

No es hasta inicios del siglo XX, cuando surge la necesidad de equipar las viviendas.

Como punto de partida nos iremos a la casa urbana de origen medieval porque no es una casa distribuida en el sentido actual. Las pocas piezas de la casa no se corresponden a un uso determinado. No son piezas especializadas, sino que en ellas conviven, gracias a su tamaño, gran número de personas y de actividades. Se cocina, se trabaja, se recibe o se duerme, y son los muebles los que determinan los usos. La casa es una sala que se coloniza gracias a los ámbitos que estos muebles sugieren por su disposición o por su forma. El hogar (como fuego domesticado, fuente de calor y energía para cocinar) forma parte, en este sentido, de ese conjunto de elementos que genera una actividad a la vez que acondiciona la estancia que lo contiene. (1)

Sin embargo, en esta relación de aparente igualdad entre actividades domésticas se produce una fractura cuando la cocina se caracteriza como pieza, y el servicio doméstico pasa a ocupar una parte específica de la casa que asiste y acaba por convertirse en una auténtica casa aparte. Actualmente, la cocina suele asociarse a esa pieza de servicio, y pasa, por tanto, a ser una pieza servidora por oposición a las piezas servidas. De esta forma pasa a ser la puerta de entrada a la técnica moderna en la casa en los inicios del siglo XX.

(1)Xavier Monteys, Pere Fuentes. Casa collage, un ensayo sobre la arquitectura de la casa



Vivienda propuesta por Catharine Beecher, *The American Woman's Home*, 1870

Antecedentes

La tecnificación de las tareas. La casa del pragmatismo está construida sobre la lucha de un numeroso grupo de activistas del feminismo que hacia 1868 comienzan a problematizar la casa como espacio de la esclavitud, del “sufrimiento” de la mujer. Se plantea el papel de la mujer, su invisibilidad y su condena a una larga e inacabable rutina de trabajos penosos que concluyen en una alienación completa.

Frente a este panorama se propondrá, entre otros, la tecnificación de las tareas. En ‘*The American Woman's Home*’, de Catharine Beecher y publicada en 1870, se propone un prototipo de casa protagonizado por la eficiencia, utilizando las diferentes técnicas entonces disponibles (calefacción y ventilación, fontanería, luz, cocina de gas) para facilitar el mantenimiento con una concepción flexible del espacio y una clara reducción de superficie. La casa pasa a tener un corazón técnico central que altera los esquemas de la casa victoriana burguesa entonces vigente. (1)

En el texto ‘*La arquitectura del entorno bien climatizado*’ de 1969, Banham habla sobre Catharine Beecher: “(...) parece introducir por primera vez el concepto de un núcleo central unificado de servicios, alrededor del cual se despliegan los pisos de la casa, no tanto como aglomeraciones de cuartos sino como un espacio libre, abierto en el trazado, pero diferenciado funcionalmente por un especializado mobiliario y equipamiento integrados a la arquitectura, anticipando así la organización básica de la casa *Dymaxion* de Buckminster Fuller del año 1927”.

(1) Iñaki Ábalos, *La buena vida*, 2000, p.180

El esquema pionero de Beecher, junto con todos los intentos por definir una casa pragmática, consideran un problema el tamaño en relación al trabajo en el hogar y concluyen en un programa de minimización relativa de la superficie.

Existe una desjerarquización de la familia y un nuevo papel de la mujer. La mujer se incorpora a la sociedad trabajadora desde la primera guerra mundial, porque la

necesidad de soldados (y la muerte de muchos de ellos) deja sin mano de obra al sector industrial en expansión.

Las necesidades técnicas de la vivienda, la casa pragmática

Estas operaciones de “ingenierías domésticas” de principios de siglo como las de Beecher pretenden ofrecer una formación práctica a los habitantes de la vivienda sobre cómo planificar las actividades domésticas, concediendo a la pequeña cocina una posición central en la organización de la casa. De esta forma, la cocina es la puerta de entrada de la técnica moderna en la casa de los inicios del siglo XX. Para contextualizarlo seguiremos los siguientes conceptos:

En búsqueda de la salubridad e higiene de los espacios tecnificados.

En los años 20 del siglo pasado, pese a grandes esfuerzos, fue imposible poner remedio al acusado problema de la vivienda. El CIAM I (1928) se propuso como objetivo formular un programa desde una posición global (técnica, económica, social), superando el academicismo conservador que había regido la arquitectura y el urbanismo anterior a las vanguardias. En él se concluyó que la ciudad debía organizarse a partir de tres funciones principales (vivienda, ocio, trabajo), y el arquitecto sólo podía ofrecer una solución parcial al problema de la vivienda, como respuesta a la falta de educación de la población en cuestiones como el equipamiento del hogar o aspectos higiénicos acerca de la iluminación y ventilación adecuadas.

(1)La casa pragmática. Concepto de Iñaki Ábalos, La buena vida, 2000

Disminución del tamaño. En búsqueda de la vivienda mínima.

El establecimiento de las condiciones o estándares mínimos del alojamiento para la población con bajos ingresos fue el tema del CIAM II. La exposición de ejemplos internacionales de viviendas mínimas pretendía demostrar la eficiencia en el diseño de la vivienda tipo. (1)

(1)Nieto Fernández, Fernando. Normalizar la utopía. Un proyecto de sistematización de la normativa en vivienda social. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid 2014

A partir de este CIAM en Frankfurt en 1929, (1) el movimiento moderno intentó resolver el problema de la vivienda de amplios estratos sociales. Bajo el lema ‘espacio de vivienda mínimo existencial’ (existenzminimum) se mostraron en toda Europa plantas con superficies habitables que apenas superaban los 10m² por persona. En este congreso Le Corbusier se enfrentó a los arquitectos que trataban de definir las condiciones mínimas de alojamiento e hizo un llamamiento para crear viviendas con un ‘máximo existencial’, aunque las viviendas que proyecta posteriormente en 1930 Ville Radieuse reducen

considerablemente su tamaño respecto a los lujosos Inmuebles Villa de su Ciudad para tres millones de habitantes de 1922.(1)

(1) Fernández Lorenzo, Pablo. La casa abierta. Tesis doctoral, UPM 2012

Por otra parte, la aparición de la Neue Sachlichkeit (nueva objetividad, movimiento artístico surgido como reacción al expresionismo y al exceso de estilístico) en Alemania vino ligada al programa intensivo de construcción de viviendas iniciado por la República de Weimar a partir de 1923. En 1925 Ernst May es nombrado arquitecto municipal de Frankfurt. Desde entonces y hasta 1930, proyecta el 90% de las 15.000 viviendas que se construyeron en la ciudad. Sus proyectos buscaban por encima de todo eficacia y economía, tratando de reducir su espacio interior a su 'mínimo existencial' y entre otras cosas, incorporó la conocida 'cocina de Frankfurt'.

La cocina de Frankfurt (que fue diseñada por Grete Schütte-Lihotsky en 1925 y publicada en "Das Neue Frankfurt" nº 5 en 1926 y divulgada en el II CIAM de 1929 de Frankfurt) supone un primer paso en la tecnificación de las tareas domésticas. En palabras de Carlos Sambricio *"se suprimía por completo la posibilidad de que la cocina fuera usada como elemento de estar, y (desde criterios tayloristas) definía un espacio donde la economía del gesto (el estudio de las circulaciones) caracterizaría lo que se llamó la Frankfurter Küche"*.

Nuevo hábitat.

La verdadera inflexión en los interiores domésticos (hasta entonces concebidos como una ornamentación escenográfica) se producirá en 1925, a raíz de la celebración en París de la Exposición de Artes Decorativas. Es en el contexto de esta muestra donde algunos arquitectos empezarán a comprender la necesidad de reorganizar el espacio doméstico y adaptarlo a las exigencias de la vida moderna, apoyándose para ello en los avances técnicos del momento. El interior de la vivienda tendrá un programa nuevo que facilitará la re-cualificación del espacio. En el nuevo hábitat y bajo la consigna de «luz, aire y sol», harán acto de presencia conceptos como la doble orientación, la ventilación cruzada, la luminosidad y la higiene, tal como prescribirá posteriormente la Carta de Atenas. Se rompe de esta manera con la estructura celular anterior, excesivamente compartimentada, para buscar nuevas relaciones espaciales basadas en la flexibilidad.(1)

(1) Carranza Macías, Tomás y Montero Roncero, Fco. Javier. www.vierna9.es

Pero será al concluir la segunda guerra mundial (momento en el que la maquinaria industrial que ha estado al servicio de usos militares se pone a disposición de destinos civiles) cuando la casa pragmática llegue a su primera madurez. Es el momento en el que Shulman dejó en la memoria la casa del siglo XX a través de la revista "Art & Architecture" dirigida por John Entenza y destinada principalmente a un público

femenino, materializando una colección de ejemplos que representan la adaptación del pragmatismo de los cambios técnicos y culturales: Ray y Charles Eames, Raphael Soriano, Pierre Koenig, o Craig Ellwood.

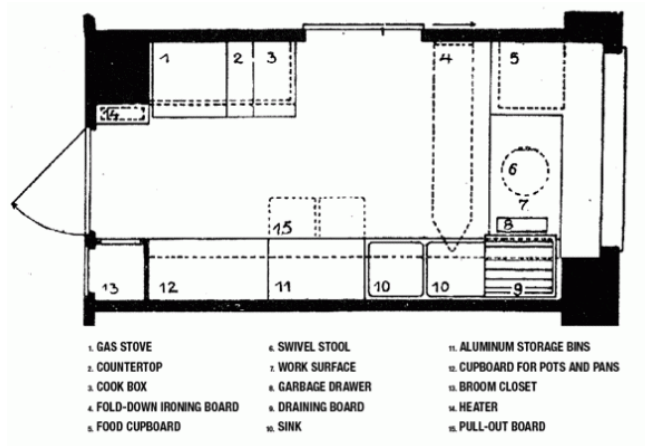
Inicio de las instalaciones en la vivienda

Es en especial a lo largo de la década de los 30, cuando se pondrán definitivamente las bases de la vivienda moderna tal y como hoy la entendemos. En el aspecto higiénico, el trabajo de los arquitectos permitirá la integración en el hogar de novedosos núcleos higiénicos (cocina y baños) que, concebidos como auténticas máquinas, incorporarán los últimos adelantos del momento.

Cocina de Frankfurt, Grete Schütte-Lihotsky, 1925

En Europa, como ya se ha comentado, los primeros pasos para sistematizar esta pieza era la llamada 'cocina de Frankfurt'. (1)

(1)Xavier Monteys y Pere Fuertes, Casa collage



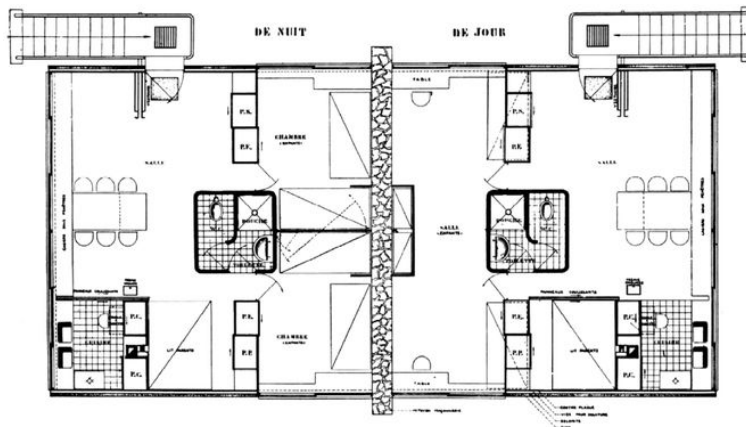
La cocina de Frankfurt, Grete Schütte-Lihotsky 1925

Esta cocina, fruto de la idea de incorporar la racionalización de la organización doméstica al programa de vivienda popular, transformó la vivienda moderna. Estaba pensada a partir de la eficiencia en el trabajo diario, con superficies metálicas y azulejos de fácil limpieza, de la relación modular entre las partes y en los avances tecnológicos. La cocina era un sistema modulado, el primero en la historia, para abaratar costes con sistemas de elementos de fabricación en serie y que permitía variar su conformación y medida dependiendo del tipo de vivienda en la que se colocara (presenta distintas disposiciones posibles). La eficacia maquinista que inspira esta propuesta permite

concebirla como una agrupación de equipamiento doméstico lista para ser industrializada.

Modelo casa prefabricada Le Corbusier, casa Loucheur 1929

Con núcleo de aseo compacto. La casa estaba concebida para salir de la fábrica, tras su montaje, con todos sus elementos y equipamiento interior. Las plantas de la Maison Loucheur eran muy compactas y contaban con dos núcleos de instalaciones, uno de ellos a modo de cápsula. Fue la primera aparición de este elemento, muy extendido más adelante (Prouvé). La cápsula (aseo) ocupa el centro de la planta cuadrada, y en torno a él encontramos un programa mínimo en el que un tabique corredero aísla alternativamente un nicho con la cama de matrimonio o la cocina. También existen unas camas que se ocultan o se abaten contra la pared y que liberan u ocupan el ámbito de los dormitorios de los hijos.



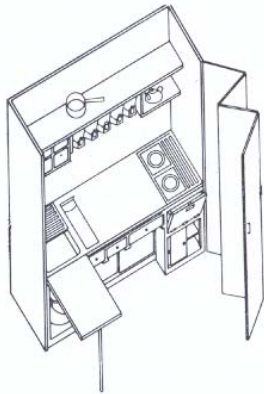
Casa Loucheur, 1929. Concebida en el marco de la Ley Loucheur, para ser construida en serie con elementos tipo, y ser montada en fábrica como una máquina

Bloque de apartamentos Narkomfin, Ginzburg, 1929

Módulo de cocina compacto. A finales de los años 20, el gobierno ruso creó un grupo de investigación (OSA) para la estandarización de una nueva vivienda comunal, bajo la dirección de Ginzburg. Los trabajos de este grupo se tradujeron en el bloque de apartamentos Narkomfin (el condensador social) construido en 1929, del que Ginzburg escribió:

“Ya no podemos obligar a los ocupantes de un determinado edificio a vivir colectivamente, como hemos intentado hacer en el pasado, generalmente con resultados negativos. Debemos facilitar la posibilidad de una transición gradual natural a la utilización comunitaria en varias zonas de diferentes. Por eso hemos tratado de mantener cada unidad aislada de la contigua y por esto hemos juzgado necesario diseñar la cocina como un elemento estándar que pueda ser retirado por completo del apartamento para permitir la introducción de provisiones de

cantina en cualquier momento dado. Consideramos absolutamente necesario agregar ciertas características que estimulen la transición a una modalidad de vida socialmente superior, que estimulen pero no dicten”.

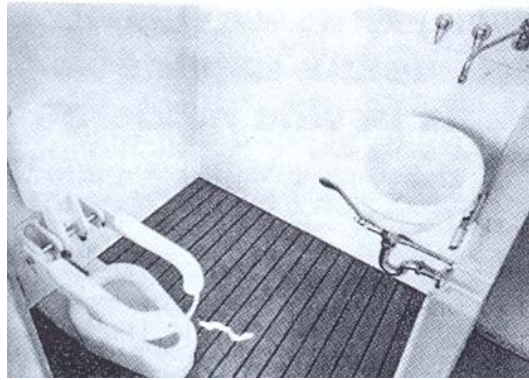
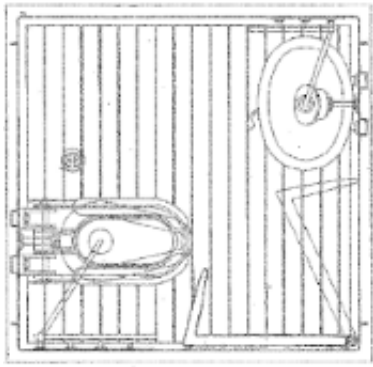


Diseño para un módulo de cocina compacto con pantallas ocultas, por el Comité de la Construcción del Consejo Económico de la URSS 1928

Baño Delafón, Le Corbusier, 1937

Es un módulo de cuarto de baño concebido por Le Corbusier, Pierre Jeanneret y Charlotte Perriand para la Exposición Universal de París de 1937 (1). Este prototipo prefabricado, en la línea del discurso maquinista de Le Corbusier, había sido realizado por encargo del fabricante de material sanitario Jacob Delafon. Constituido por una sola pieza metálica, estaba concebido para ser bajado al interior de una matriz estructural, con el fin de mejorar la confortabilidad de los edificios ya existentes. En él se afirmaba la economía purista ideal: el inodoro está pensado para poder servir también de bidé; el lavabo y la ducha se integran en una misma concha de fundición. La superficie interior está enteramente esmaltada en blanco, mientras que el suelo de láminas de madera facilita el desagüe y la limpieza. Las líneas esenciales de la grifería y las llaves de paso, el desagüe cromado visto, el toallero o las formas redondeadas del lavabo mural, adelantan ya la fisonomía de los actuales elementos que conforman los cuartos de baño de nuestras viviendas. Este diseño de baño va a tener una influencia perdurable sobre Le Corbusier porque es partir de este momento cuando considerará la unidad sanitaria como una metáfora del funcionamiento polimorfo del cuerpo humano.

(1) Frampton, K. Le Corbusier, ed. Akal 2000, p.51



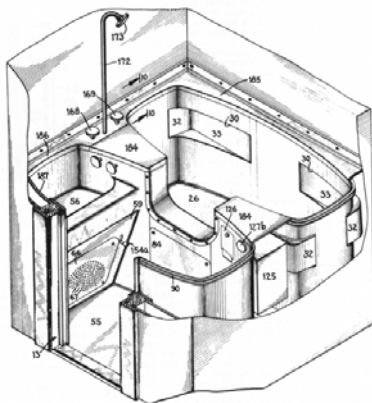
Baño Delafón. Le Corbusier, Pierre Jeanneret y Charlotte Perriand, 1937

Dymaxion, Buckminster Fuller, 1936

Es un bloque técnico tipo 'célula', ligero. Uno de los primeros intentos de industrialización de los elementos de instalaciones en forma de células técnicas fue el baño Dymaxion. Se trataba de una unidad prefabricada, compacta y ligera, conformada a partir de cuatro piezas de acero inoxidable o plástico moldeable, lo que facilitaba su transporte y acceso a cualquier lugar. El baño se dividía en dos zonas: en una se situaba el inodoro y el lavabo y en la otra la bañera. Todos los componentes estaban moldeados en la propia envoltura y las esquinas y bordes tenían un radio de al menos 5 cm para facilitar la limpieza e higiene. El módulo completo, con una superficie de 1,5 m², pesaba 113 kg. El sistema de calefacción se resolvía a través de láminas eléctricas ubicadas en las paredes, y disponía de sistema de ventilación. Uno de los aspectos más destacables de la propuesta son las consideraciones medioambientales, con ahorro de agua en la ducha con un sistema atomizado, y tratamiento químico de los desechos del inodoro. El baño Dymaxion fue patentado, y la industria aeronáutica copió posteriormente el planteamiento en sus aseos compactos. (2)

(1) Antelo Tudela, Enrique. Las instalaciones como condicionante del diseño arquitectónico. Tesis doctoral Universidad A Coruña 2016

(2) T.K.Zung. Viviendas para el futuro. AV Buckminster Fuller 1895-1983, nº143, 2010, pp.46-51



Baño Dymaxion, Buckminster Fuller, 1936

La Segunda Guerra Mundial interrumpió el desarrollo del prototipo y, tras ella, el cambio de tendencia en el gusto de la población (a favor de generosos cuartos de baño), hizo que el minimalismo del baño Dymaxion no resultase atractivo para los consumidores. Sin embargo en los años 50 y 60, con la extensión del uso de los sistemas de ventilación mecánica, se crearon las bases técnicas para la construcción de células sanitarias interiores integradas desde este momento en la vivienda, con la ocupación de una superficie mínima. (1)

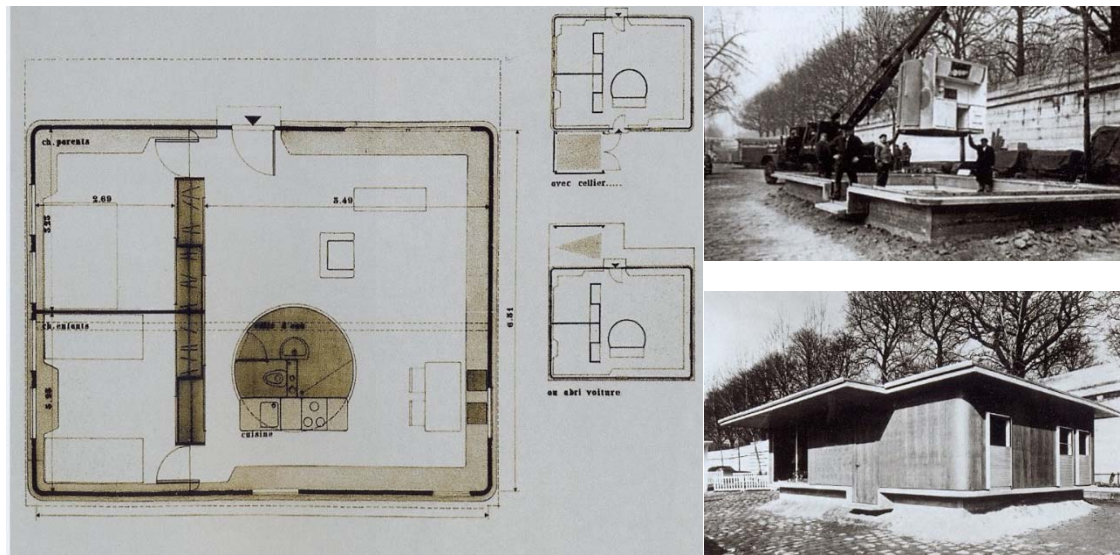
(1) Eberhard Wurst. Dentro y fuera –la construcción actual de viviendas en busca de lo especial. Vivienda y densidad, ed. Detail 2005, p.30

Bloque húmedo prefabricado monobloc, Jean Prouvé, 1955

Es un bloque técnico tipo 'célula' pesado.

Entre los múltiples bloques húmedos prefabricados que Jean Prouvé diseñó a lo largo de su vida, se encuentra el que en 1955 incorporó a las viviendas para el abad Pierre en París. El abad Pierre solicitó a Prouvé el desarrollo de un sistema constructivo que permitiese fabricar, en un corto espacio de tiempo, un número elevado de viviendas económicas. El sistema propuesto se caracterizaba por un núcleo húmedo prefabricado metálico (al que se denominó 'monobloc') que albergaba la cocina y el baño, a la vez que tenía función portante.

(1) Antelo Tudela, Enrique. Las instalaciones como condicionante del diseño arquitectónico. Tesis doctoral Universidad de A Coruña 2016



Modelo de casa para el Abad Pierre. Planta, montaje del núcleo técnico, e imagen exterior edificio acabado

Difusión de la técnica, años '50

Tras estos modelos racionales, con unidades modulares muy equipadas, se vuelve a la idea de la cocina como habitación que participa de la vida doméstica y que es mostrada como signo de modernidad, con nuevos materiales brillantes y electrodomésticos.



Interior de la casa Lustron, cocina equipada y centro de tratamiento de ropa

Es tras la finalización de la segunda guerra mundial cuando la casa pragmática llega a una nueva etapa con las Case Study Houses. En este contexto de la posguerra el corazón técnico habrá dejado de polarizar la organización de la casa. Ya no habrá un centro técnico, sino una difusión de la tecnificación. La casa podrá abrirse y olvidar esquemas nucleares para adoptar configuraciones extensivas y homogéneas en las que, ni por posición ni por tamaño, pueden distinguirse las jerarquías tradicionales, de modo que el conjunto se organiza mediante salas de generosas dimensiones agrupadas de forma económica en figuras elementales. (1) El baño, el armario y la cocina han sido atomizados por toda la casa. Son protagonistas de una revolución que cambió el concepto de la casa para ocupar un lugar de importancia indiscutible. Baños y cocinas se han liberado de las paredes que los contenían para dispersar sus objetos por la casa, y han aprendido a interactuar con los muebles.

(1) Iñaki Ábalos, *La buena vida*, p.183



Stahl House, conocida como Case Study House #22. Pierre Koenig, 1959

Vivienda-electrodoméstico

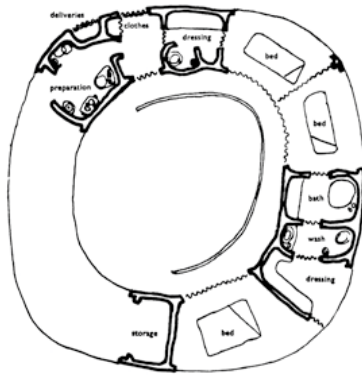
A finales de los años cincuenta, los electrodomésticos proliferaron convirtiéndose en uno de los elementos básicos en la cultura de consumo. Surgió, a partir de ahí, lo que Alison y Peter Smithson denominaron el “modo de vida electrodoméstico” (1). Estos arquitectos británicos consideraban que era necesario encontrar un método para disponer toda esa cantidad de electrodomésticos que hacían la vida más cómoda, sin que impusieran su estética dentro de la vivienda. No se trataba de adaptar los espacios existentes, sino de sacarle partido a la flexibilidad y movilidad real que los electrodomésticos permitían. Crearon, sobre esta base, sus *Appliance Houses*, entre 1956 y 1958, que perseguían un alejamiento del “caos electrodoméstico-mueble” hacia una casa ordenada. La mayoría de las Casas Electrodoméstico proponen un espacio central servido por “cubículos”, que esconden los electrodomésticos y sirven, a la vez, de estructura portante para toda la vivienda. Los “cubículos” contienen todas las conexiones de servicios, almacenaje, equipos y aparatos, y mantienen su ruido, vibración y movimiento dentro del mismo.

“La cáscara del cubículo formaba la estructura permanente que definía el espacio de la vivienda, mientras que el interior se podía vaciar y volver a equipar según los dueños, la moda y los cambios que las necesidades mandasen. El mundo nuevo de la publicidad agresiva, el diseño y demás, se enchufaba dentro del cubículo y todo se ponía bajo control”, Smithsons. Con sus *Appliance Houses* parecen pronosticar, por tanto, un mundo de movimiento, de continuo intercambio.

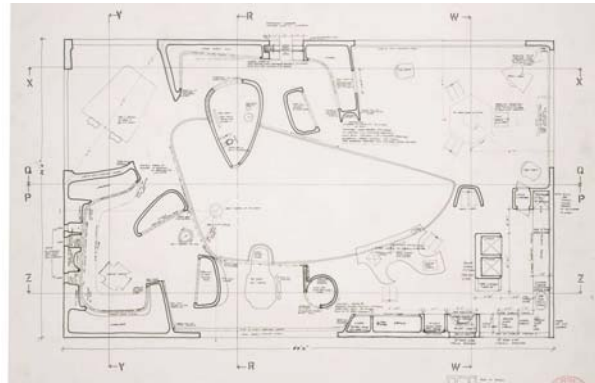
(1) Fernández Villalobos, Nieves. ¿Micro-arquitecturas o macro-diseños? Formas mixtas de habitar. *Res Mobilis*, Revista internacional de investigación en mobiliario y objetos decorativos, vol.3 n.3 2014

House of Future, Smithsons, 1956. Esta vivienda del futuro tenía todos sus espacios interiores entrelazados de forma orgánica, alrededor de un patio ajardinado, y contaba con gran número de electrodomésticos ‘de fantasía’. La forma exterior de la casa era una envoltura plástica, ligera y suave. La vivienda incorporaba muchos accesorios que permitían cambiar los usos de cada espacio como, por ejemplo, una cocina con ruedas, capaz de ser enchufada en diferentes lugares, un recogedor electrostático de polvo, una ducha con secado por aire caliente y una bañera autolimpiable.

La House of Future marcó las directrices de lo que Archigram, Rogers o Grimshaw desarrollarían más adelante: capsulas, núcleos de instalaciones, tabiques móviles, y suelo técnico.



Appliance Houses, casas electrodoméstico



House of Future

En cuanto a los muebles - vivienda

Cuando juntamos estas dos palabras, vivienda y mueble, podemos pensar en diferentes conexiones. Por una parte, es preciso hablar del “mueble como vivienda”; y con ello, no nos referimos a los aspectos formales en el que el mueble imita en su forma a la arquitectura sino a aquellas viviendas que solucionan sus programas con uno o dos muebles multifuncionales. Estas propuestas derivan del uso variado, flexible y móvil del mobiliario, que ha caracterizado continuamente el modo de vivir desde la antigüedad y que se ha redescubierto una y otra vez a lo largo de la historia.

Durante la década de 1960, aparecen en el mercado multitud de modelos de bloques técnicos tipo célula (sobre todo en Europa), favorecidos por el auge de la construcción prefabricada durante la reconstrucción europea tras la Segunda Guerra Mundial. Coexistirán módulos pesados (construidos con hormigón) y ligeros (fabricados mediante entramados metálicos y paneles o a base de materiales plásticos), inspirados en los ejemplos de Buckminster y Prouvé. (1)

(1)Antelo Tudela, Enrique. Las instalaciones como condicionante del diseño arquitectónico. Tesis doctoral Universidad de A Coruña 2016

Pero el verdadero protagonista del uso de las viviendas mueble, fue el diseñador italiano Joe Colombo, quien expuso un determinante discurso anti-mueble: *“Todos los objetos necesarios de una casa deberían estar integrados en los espacios utilizables, de modo que ya no deberían llamarse mobiliario, sino equipamiento”*. A partir de este concepto, diseñó una serie de ambientes domésticos futuristas, en cuyos interiores trataba de eliminar las diferencias entre espacio y mobiliario. (1) Comenzó realizando una singular vivienda, para la Bayer en el Salón Interzum en Colonia que posteriormente expondría en el Museo de la Ciencia y la Técnica de Milán, bajo el nombre de *Hábitat Futurista: Visiona 69*. Tres monobloques funcionales distribuyen y proporcionan equipamiento al espacio abierto y fluido de la vivienda expositiva: el Central-Living, la Kitchen-Box y la Night-Cell. El primero, el área de día, es un bloque abierto, formado por dos partes: una base

cuadrada con cojines perimetrales y mesa central, y una estantería circular, suspendida del techo, en la que el televisor orientable aparece encastrado rodeado de múltiples focos. El segundo, la Kitchen-Box, recuerda a una nave espacial con puesto de mandos. La Night-Cell, equipada con varios accesorios eléctricos y automáticos, ofrece la posibilidad de cerrarse conformando un cilindro alrededor de la cama circular. Un pequeño vestíbulo permite la entrada al baño, cuyo rasgo más distintivo es una bañera esférica, de dos metros de diámetro, que coloca el acento futurista a un interior caracterizado por el habitual erotismo colorista del arte pop. Todas se conciben como cápsulas autónomas dentro del ámbito de la habitación, así los muebles tradicionales eran sustituidos por estas unidades funcionales para crear un entorno dinámico y multifuncional.

(1)Fernández Villalobos, Nieves. ¿Micro-arquitecturas o macro-diseños? Formas mixtas de habitar. Res Mobilis, Revista internacional de investigación en mobiliario y objetos decorativos, vol.3 n.3 2014



Joe Colombo, Hábitat Futurista: Visiona 69. Colonia, 1969. A la derecha Central-Living, a la izquierda Night-Cell, con el baño

Años 70 - High Tech

En los años 70, había una desilusión creciente en la arquitectura moderna sobre el progreso y evolución de dicho estilo. La concreción de muchos de los proyectos de desarrollo urbano propuestos, condujo a una ciudad terriblemente monótona. Más cuando eran realizados en forma estandarizada. El entusiasmo por la construcción de edificios económicos condujo a la concreción de edificios con calidad de terminaciones extremadamente bajas. Muchos de los barrios residenciales diseñados degeneraron en sitios donde reinaba la segregación social. Como consecuencia la población se desilusiona respecto de la imagen de progreso que se estaba proponiendo y en el mundo occidental comenzó a reconocerse el error que se había cometido.

El High Tech implicó una revitalización del Movimiento Moderno; un desarrollo natural de las ideas precedentes apoyado en la innovación y la tecnología. Se retoma un estilo que agonizaba como el Movimiento Moderno, se reinterpreta a partir de darle una fuerte

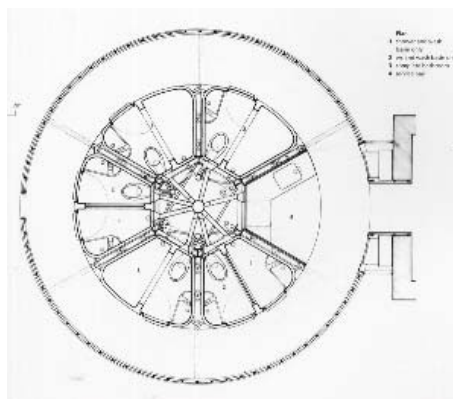
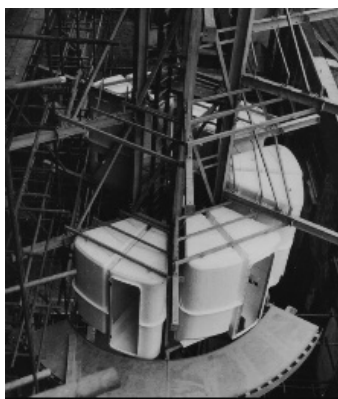
imagen tecnológica y se lanza y perdura hasta el Postmodernismo. Es una respuesta que crea una estética muy nueva, basada en la fascinación por la continua innovación tecnológica, tomando incluso elementos prestados del movimiento metabolista de los 60. Este estilo toma su nombre del libro escrito por Suzanne Sleinn y Joan Kron, llamado "The Industrial Style and Source Book for The Home". Algunos autores lo denominan también Tardo Modernismo por considerar que en realidad se trata de un Modernismo con tecnología.

En su versión siglo XXI, la tendencia arquitectónica high-tech incorpora la sostenibilidad en sus construcciones. La crisis del petróleo de 1973, hizo que muchas de las primeras edificaciones del high-tech decayeran por el alto costo que representaba su mantenimiento y esto llevó a que los principales arquitectos de este movimiento buscaran una manera de "reciclarlo". Actualmente, este movimiento evoluciona hasta lo que hoy llamamos eco-tech, que es una de las formas de la arquitectura sostenible.

Grimshaw, torre de servicios para rehabilitación de residencia de estudiantes, 1967.

Nicholas Grimshaw decidió convertir en un reto particular tecnológico su primer encargo, una ampliación para un edificio del siglo XIX en Paddington Londres que debería albergar los aseos de la residencia de los estudiantes universitarios, International Student Club. Con el fin de proveer los diferentes baños por plantas, proyectó una torre de servicios exenta del edificio para no disminuir la capacidad dentro del mismo.

La torre es una estructura de hierro levantada en tres semanas, que alberga cápsulas de materiales plásticos organizadas concéntricamente y una rampa helicoidal para acceder a cada unidad a medida que se descendía. Un diseño complejo pero sencillo mediante una intrincada estructura de metal que soporta las cápsulas y la rampa de acceso con un núcleo vertical central por el que pasan las instalaciones necesarias. Esta torre, ejemplo de arquitectura High Tech se ha convertido en un referente, teniendo en cuenta además que se hizo 20 años antes de empezar a trabajar con ordenadores.



Torre de servicios para residencia de estudiantes

Richard Rogers, edificio Lloyd's en Londres, 1986

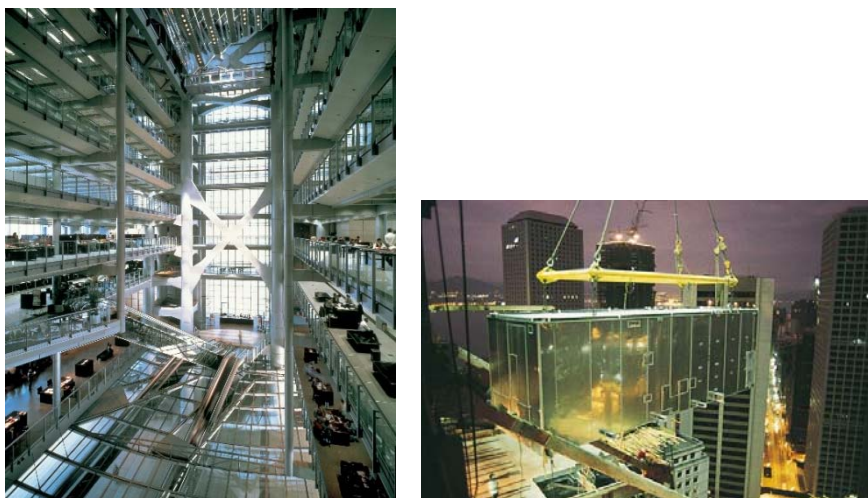
El edificio se sitúa en una parcela de forma irregular de la que se separa de los límites, de manera que en planta el cuerpo central es un rectángulo al que se le adosan en los laterales tres torres principales y tres torres de servicios. El Lloyd's fue un edificio innovador por el hecho de plantear sus servicios, tales como las escaleras, los ascensores, los núcleos húmedos y todos los conductos de abastecimiento e infraestructuras en el exterior, permitiendo liberar el interior, creando un espacio totalmente diáfano.



Núcleos de aseos, edificio Lloyd's

Norman Foster, sede del Hong Kong and Shanghai Bank, Hong Kong 1979-1986

Foster retoma el concepto de cápsulas "enchufables", introduciendo en los núcleos de servicio del banco enormes módulos metálicos prefabricados, destinados a alojar aseos, unidades de aire acondicionado y zonas de almacenamiento. Módulos que, una vez agrupados y revestidos mediante una piel continua de acero inoxidable, son totalmente fijos. Los componentes, producidos en países distintos, están diseñados y fabricados a medida para el edificio, como si de las piezas de un avión se tratara (por lo que, cuando se terminó siete años más tarde el mejor edificio bancario del mundo, resultó ser también el más caro)



Sede del Hongkong and Shanghai Bank

El espacio tecnificado actual

El espacio tecnificado se basa en la aplicación de la técnica contemporánea a la conformación de un espacio habitable. Además de esta noción espacial de la técnica, el espacio tecnificado se relaciona asimismo con la idea de domesticar el espacio habitable desde la adecuación ambiental o la generación de un clima artificial. Un sistema de equipamientos domésticos dentro de un estuche, que suponga una mejora de la habitabilidad a partir de estas dos ideas: la técnica como conectividad a redes e infraestructuras, y como cualificación ambiental.

Debido al continuo de las investigaciones, este espacio tecnificado nos lleva a pensar en una estrecha relación entre tecnología y obsolescencia. En el caso de la vivienda, la separación entre elementos de soporte y unidades separables (teoría de los soportes de Habraken) permite la diferenciación entre ritmos de obsolescencia, desde el envejecimiento lento de los primeros hasta la posibilidad de actualización constante de, entre otros, los sistemas responsables de la mecanización ambiental. Así por tanto, se tiende a pensar que la cocina y el baño (espacios muy equipados) se consideran el motor de los cambios en la vivienda, donde se desarrollan todas las innovaciones técnicas y tecnológicas. Pero qué diferencias espaciales existen entre un baño actual y el baño de Delafón, o entre una cocina actual y la cocina de Frankfurt. Nuestra respuesta es ninguna: solamente es en la calidad de los revestimientos o en el avance tecnológico de los electrodomésticos donde encontramos diferencias. La principal obsolescencia en los espacios tecnificados de las viviendas se produce en el acceso las nuevas tecnologías e infraestructuras y es ahí donde los elementos soportes de Habraken deben estar preparados para su continua innovación (plug-in).

Actualmente las cocinas están concebidas bien como una habitación de gran capacidad que permite comer en ella, bien como una habitación ajustada a la medida de los muebles, o bien reducida a un mueble enchufable que denota la pérdida de peso específico de las comidas preparadas en casa. Así Xavier Monteys dice que es posible, desde este punto de vista, hablar de la desaparición de la cocina como pieza o, más bien, referirse a las partes de la casa a partir de las actividades. Así comer o cocinar pueden asimilarse indistintamente a un ámbito o al uso del mobiliario, y vendrían a sustituir a las estancias comedor o cocina como modo de organización de la casa.

La relación de la cocina o de la actividad "cocinar" con el resto de las estancias o con otras actividades es una cuestión que depende del tamaño de la vivienda y de las costumbres culturales. En las cocinas se recibe a los amigos, se cría a los niños, se reúnen los miembros de la familia moderna. La cocina ha dejado de ser el 'lugar de trabajo'

para convertirse en un lugar social versátil, que puede adoptar las funciones de 'sala de estar' dependiendo de su configuración espacial.

Salvador Cardús, periodista y sociólogo de la Universidad de Barcelona afirma: *“ha variado lo que comemos, pero, sobre todo, ha cambiado el sentido de esta actividad central en la vida social de nuestros antepasados. Esto ha sido así, quizás, porque la alimentación había sido la principal preocupación de una supervivencia difícil y, en cambio, ahora pasa a ocupar una parte significativa, pero compartida con otros intereses menos dramáticos y, sobre todo, vinculados al ocio y al placer de los sentidos”*. (1)

(1) Casa Collage



Villa Savoye, zona de baño. Le Corbusier 1929

Dentro de los espacios tecnificados actualmente permanece la idea de no reducir el baño a las mínimas dimensiones. Esta idea ya la defendía Le Corbusier en 1921 en la revista L'Esprit Nouveau cuando propone que el cuarto de baño sea *“una de las estancias más grandes de la vivienda, por ejemplo el antiguo salón”*.

Industrialización de las instalaciones domésticas

En una obra tradicionalmente, las instalaciones junto con las estructuras constituyen lo que denominamos la “infraestructura” del edificio (lo que Habraken denomina Soporte), la cual una vez definida dentro de la concepción arquitectónica tendrá siempre una prioridad tanto desde el proyecto como desde la ejecución de la obra, porque formará lo que denominamos zonas fijas o invariables:

- Existe una complejidad de ejecución, con confluencia simultánea de oficios distintos, tendiendo los operarios a la destrucción del trabajo de los demás.
- Los empalmes precisan una elaboración cuidadosa.
- Las reparaciones suelen ser laboriosas y caras, por tendencia a ocultar las instalaciones.

Por tanto, ir a una solución industrializada de estas instalaciones en los edificios de vivienda puede llegar a ser interesante y ventajoso. Aunque hay que decir que las instalaciones en general han empleado siempre un porcentaje notable de industrialización en sus realizaciones, ya que el número de elementos industrializados que intervienen en las mismas suele ser cuantitativa y cualitativamente importante (de hecho aparecen como artículos de catálogo en un grado mucho mayor que otros componentes de la edificación).

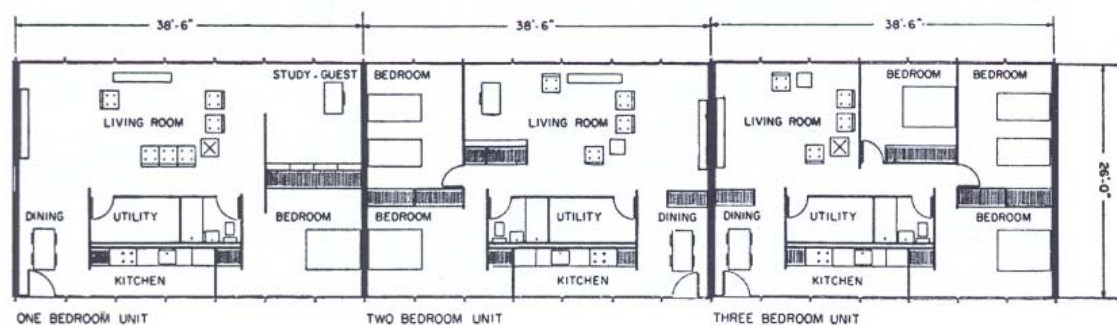
Condiciones de diseño de los módulos

Agrupación de locales especializados

Las cocinas, baños y lavaderos son actualmente las piezas más acondicionadas de la vivienda por su uso especializado; de ahí que, en principio, sean las más rígidas en su conformación. Además, son probablemente las menos 'variables' geométricamente a lo largo de la vida del edificio. (1)

La agrupación de los locales húmedos, dentro de una misma vivienda o bien formando conjuntos con los locales técnicos de otras viviendas, es una estrategia muy empleada para segregar los locales de configuración más rígida respecto de los de configuración más flexible.

(1)Proyectar la arquitectura desde la coordinación dimensional. ITeC Institut de Tecnologia de Construcció de Catalunya, 2004



Casas en hilera Mies van der Rohe, Chicago 1951

Mies en el prototipo de casas en hilera para Chicago en 1951 agrupa cocinas y baños, y dibuja múltiples posibilidades de distribución para el resto del espacio. Acerca de esta solución Mies ya había escrito en 1927: *"Hoy, el factor de la economía hace que la racionalización y la estandarización sean imperativas en las viviendas de alquiler. Por otra parte, la creciente complejidad de nuestros requerimientos exige flexibilidad. El futuro habrá de tener en cuenta ambas cosas. Para este fin, la construcción tipo almacén es el sistema más adecuado. Posibilita los métodos de construcción racionalizados y permite dividir libremente el interior. Si, a causa de su instalación de fontanería, consideramos*

cocinas y cuartos de baño como un núcleo fijo, entonces todo el espacio restante debe ser sometido a partición por medio de paredes móviles. Creo que esto debería satisfacer todos los requerimientos normales”.

(1)Cita Mies, consultada en: Frampton, Kenneth. Historia crítica de la arquitectura moderna

Sumar es más fácil que restar

Cuando hay que prever espacios, reservar pasos, etc., en un elemento constructivo para introducir posteriormente en ellos otros subelementos (aberturas, paso de instalaciones, etc.) es preferible sobredimensionar un poco estos ámbitos que hacerlos justos. En construcción, siempre es más fácil rellenar un espacio sobrante con un material sellador que quitar el exceso de material que supone un obstáculo para la inserción.

Configuración espacial de las instalaciones en los módulos

Walter Gropius ya comentó: *“Muchas de las cosas que hoy parecen lujos, serán la norma en el futuro cercano”*. Esta afirmación nos lleva a estudiar la complejidad de las instalaciones para poder equipar los módulos con las nuevas tecnologías y servicios.

Puede hacerse una clasificación de las instalaciones de la vivienda, atendiendo a su mayor o menor incidencia sobre la configuración física del espacio al que dichas redes sirven. (1) Existen tres únicos tipos:

1. Las que requieren una conexión a la red urbana y canalización hasta la célula doméstica, de dos maneras:

- Exigen un punto final de consumo específico (agua, electricidad...).
- No exigen un punto final de consumo específico (redes wi-fi).

2. Las que requieren canalización pero no necesitan conexión a la red urbana, por desarrollarse en el espacio de la célula o el soporte (ventilación mecánica, energía solar o fotovoltaica). La independencia de estas redes nunca es total dado que normalmente necesitan la electricidad como fuente energética para su funcionamiento.

3. Las que dependen de la existencia de servicios urbanos externos y de uso intermitente (residuos sólidos, transporte).

(1)Nieto Fernández, Fernando. Normalizar la utopía. Un proyecto de sistematización de la normativa en vivienda social. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid 2014

También puede hacerse una clasificación en función de la actividad a desarrollar en un ambiente determinado de los espacios tecnificados:

1. Vacíos tecnificados
2. Límites espesos tecnificados
3. Artefactos tecnificados

Según la disposición y compatibilidad de las redes y los puntos finales de consumo necesarios para cubrir la demanda de conectividad de una actividad determinada, cada espacio puede llevar asociado un grado de tecnificación mayor o menor en función de la cualificación espacial requerida, y según su demanda de sistemas técnicos.

La configuración espacial de los módulos debe hacerse con espacios disponibles pensando siempre en la caducidad del equipo interior. (1) Es difícil la previsión de la evolución de las necesidades porque las exigencias de confort evolucionan a gran velocidad. Así en los años 60 se impuso el agua caliente, en los años 70 se difundió la calefacción, en los años 90 el aire acondicionado en la mayoría de las viviendas, y desde el 2000 la fibra óptica, la telemática, la domótica... y quizás otros equipos hoy desconocidos. Y junto a la difícil previsión de necesidades, también se ha de tener en cuenta que si la vida útil de instalaciones y servicios ronda entre los diez y los veinte años, la sustitución de los mismos se debiera poder llevar a cabo sin afectar los elementos constructivos de duración mayor.

El nivel de perfectibilidad técnica de los componentes permite la adaptación a los usos cambiantes, a la mejora económica del usuario o a los avances de la tecnología aplicada a la vivienda. Existen una serie de estrategias: (2)

- Cerramientos verticales modulares (muros gruesos).

Cerramientos modulares multi-capas, de fácil sustitución y reciclaje, que incluyan elementos de captación y filtro solar, aislamiento, con instalaciones incorporadas.

- Particiones interiores modulares (tabiques espesos).

Con sistemas de almacenamiento y otros usos incorporados (incluso instalaciones)

- Agrupación y fácil registro.

De canalizaciones técnicas, que permita su sustitución sin afectar al resto de componentes, y facilite un uso desafectado del espacio. Canalizaciones tipo plug-in.

- Multiplicidad de puntos de consumo

Multiplicidad de puntos de consumo de instalaciones que permita múltiples usos del espacio.

(1) Paricio Ignacio. La vivienda contemporánea, programa y tecnología. Parte 2 El proyecto y la técnica. 2ª edición 2000

(2) Nieto Fernández, Fernando. Normalizar la utopía. Un proyecto de sistematización de la normativa en vivienda social

Muros equipados

‘L’art d’habiter’ fue un número especial de la revista Techniques et architecture (agosto de 1950), cuya edición estuvo a cargo de Charlotte Perriand. En él se definía ‘el arte de habitar’ como la satisfacción de las necesidades materiales, la consecución de las condiciones del equilibrio humano y la liberación del espíritu, y Perriand se preguntaba

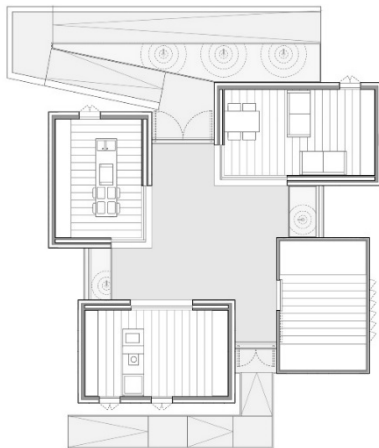
luego acerca del lugar donde sería posible lograr todo eso, y la respuesta era: 'en el vacío'. El vacío (decía Perriand, que muestra su influencia de la cultura oriental, tras su estancia en Japón durante la II guerra mundial) no es en absoluto la nada o la indigencia, sino 'la posibilidad del pensamiento y del movimiento'.

Para Perriand, la clave para la consecución del vacío doméstico estaba en la concepción del equipamiento, y de ahí se llega al mur utilitaire, el 'muro equipado'. En él se pueden encontrar el menaje, el equipamiento de cocina y el sanitario, todo debidamente ordenado, lo que permite lograr el deseado vacío.

(1) Martín Hernández, Manuel. La casa en la arquitectura moderna. Reverté 2014, p.332

Las islas. Concepto Islas en patio 2.12

La propuesta de patio 2.12 se basa en el concepto global de la vivienda como una agregación de módulos prefabricados alrededor de un espacio interior delimitando un patio. Continuando en un siguiente nivel, dentro de los módulos de las habitaciones, y sobre la base del concepto de elementos intercambiables muebles-cápsula, se llega a la configuración de la isla libre.



Vivienda mediterránea prefabricada, prototipo Patio 2.12

Corteza. En Patio 2.12, el muro que delimita el espacio interior de cada módulo se convierte en tecnológico (que sirve como absorbente térmico) y cualificado (que contiene y almacena los elementos necesarios para producir el uso interno que se espera ofrecer). Sin embargo, el punto central de su actividad es el elemento distintivo de cada módulo: cocinar, estar, dormir o almacenar. Las cortezas de cada módulo se abren al espacio central, el patio, de forma que se interrelacionan las diferentes actividades de la vivienda. Y así la cocina puede convertirse en el centro de las actividades del grupo: preparar, cocinar, comer, charlar, limpieza...

Armarios. El concepto de armario en Patio 2.12 como mueble. Se proyectan almacenes racionales, que permite un espacio vacío en la habitación para ser usado en distintos

entornos. Espacios que contienen distintos usos dentro de la pared, tocador, una cama desplegable desde el mueble, ofreciendo la oportunidad de utilizar este espacio de distintas formas, tales como el estudio, el trabajo o la lectura, un espacio introvertido y protegido dentro de la casa, un espacio flexible.

Las islas. Son un concepto básico en la concepción de Patio 2.12, y ayudarán a cualificar los espacios dándoles un uso específico (por ejemplo la isla de la cocina o la isla del baño). Son muebles prefabricados tecnificados que contienen todo lo necesario para cualificar un espacio (los espacios definidos por los módulos en el prototipo, pero también se podrían utilizar en cualquier otro espacio de forma industrializada, por ejemplo para la reforma de edificios). Además pueden ser diseñados de forma que se dé respuesta a usuarios distintos según sus necesidades, capacidad económica y expectativas.

El nivel de perfectibilidad puede ser adaptado a cualquier circunstancia. Para ello, es necesario aprender de la industria del automóvil, no sólo en términos de la prefabricación, la industrialización y el conjunto de todos sus elementos, sino también a partir de las posibilidades que se abren a una serie de extras y que el usuario puede personalizar según sus necesidades, con la capacidad de adaptarse a cada economía y el uso correspondiente.

Las islas son piezas prefabricadas monolíticas concebidas como soporte de los elementos tecnológicos y los sistemas de suministro de agua, evacuación, electricidad, ventilación.

Isla de la cocina: está concebida como una mesa de trabajo equipada, con una zona para comer. La cocina se convierte en un elemento distintivo del estilo de vida mediterráneo. La vida doméstica tradicionalmente se ha organizado en torno a la "casa", o el "hogar", convirtiéndose en un lugar de encuentro y comunicación.

Isla del baño: recoge todas las innovaciones del mercado y las integra en un solo elemento. En una caja compacta se tienen integrados todos los elementos para el aseo y la higiene personal (accesorios de fontanería, ducha, almacenamiento, equipamientos e instalaciones), sin olvidar la percepción del espacio y la ligereza de su configuración.



Isla del baño



Isla de la cocina

PREFABRICACIÓN

Concepto, definición

La prefabricación de un sistema constructivo se basa en el diseño y producción de componentes y subsistemas elaborados en serie en fábrica fuera de su ubicación final. Su posición definitiva in-situ se consigue tras una fase de montaje en obra simple, precisa y no laboriosa. Puede tratarse de conformar el todo o bien una parte del edificio. La prefabricación es una forma de proceder que implica reducir las labores de ejecución en la obra, especializar los trabajos, aproximarse a las ideas de montaje o ensamblaje, rentabilizar los procesos y los materiales, y posibilitar la reproducción eficaz de la serie.(1)

(1) Díaz Segura, Alfonso. El concepto de prefabricación en Le Corbusier. CEU ediciones, textos docentes, 2011

De Gropius, 1935: *“Nosotros conseguiremos un límite tal de competencia técnica que será posible racionalizar los edificios y producirlos en masa, en la fábrica, reduciendo sus estructuras a un cierto número de componentes. Como las cajas de construcción de los niños, estos elementos se unirán en distintas composiciones formales, en seco; lo que equivale a decir que la construcción dejará definitivamente de depender del tiempo. Estas casas completamente terminadas, construidas sólidamente y al abrigo del calor, podrán suministrarse, completamente equipadas, directamente de la fábrica, convirtiéndose, por tanto, en uno de los principales productos de la industria”*.

La prefabricación, que etimológicamente significa ‘fabricar antes’, se define como la creación de un elemento o un sistema, que pudiendo ser realizado en obra, lo es en fábrica. Si no podemos efectuar dicha elección no tendremos un elemento prefabricado sino un elemento hecho “in situ” o bien un “producto industrial”. Hay que diferenciar de un modo claro del concepto de industrialización, que es la utilización de tecnologías que sustituyen la labor manual de un artesano. El proceso de industrialización que hay detrás de la fabricación de un edificio tiene previamente una etapa de estudio y análisis de los distintos componentes; el hecho de fabricar en serie un elemento lleva a estudiarlo mejor y ensayar cada una de sus piezas. El uso de componentes industrializados puede producirse en cierto grado en la arquitectura tradicional, y tiene una repercusión variable en el resultado final. En construcción prefabricada su empleo es una ventaja con respecto a la construcción tradicional.

Dentro del concepto de prefabricación se distinguen ciertos grados que oscilan entre una prefabricación parcial en la que se estudian y diseñan y fabrican las distintas piezas que van a conformar el edificio en sí, ello conlleva a una industrialización manejada

por el Método de Elementos (industrialización abierta o por componentes). Por otra parte una prefabricación integral que supone la creación en fábrica del edificio en su totalidad siendo únicamente necesario el transporte hacia el lugar exacto. Está asociado a una industrialización denominada Método de Modelos con sistemas completados y cerrados. El grado integral lleva a desarrollar distintos sistemas que siendo estudiados, aportan mayores ventajas en el conjunto del edificio.

1. LA PREFABRICACIÓN PESADA A GRAN ESCALA EN EUROPA

Tras la destrucción masiva de Europa durante la segunda guerra mundial, la necesidad y la urgencia de la reconstrucción, y la falta de mano de obra disponible, pusieron a prueba a la industria de la construcción. Pero aquí el acero escaseaba y no se pudo dar respuesta con construcción ligera. Además la reconstrucción usó como base teórica las ideas de los CIAM respecto a la ciudad y la construcción en altura con el 'bloque abierto'.

Fueron entonces las industrias relacionadas con el hormigón las que cubrieron la demanda, con patentes de paneles prefabricados de hormigón y nuevos sistemas de encofrados-túnel en casi todos los países.

También los principios racionalistas sobre viviendas mínimas funcionales encontraban una respuesta adecuada en estos sistemas constructivos, que gracias a importantes programas que se llevaron a cabo con construcción industrializada pudieron responder, de manera eficaz y económica, a las necesidades de la población en términos cuantitativos.

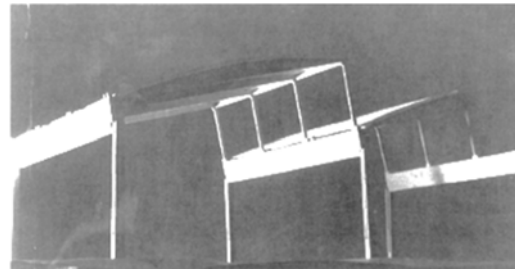
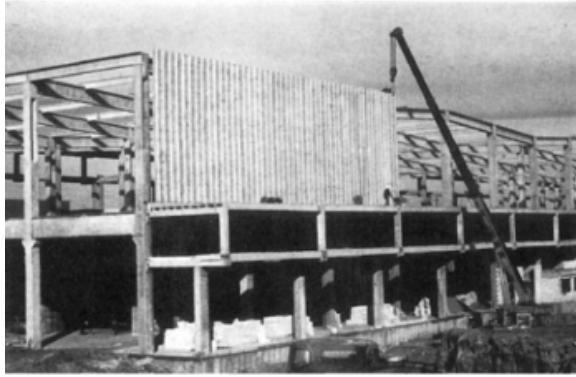
"Desde 1950 los bloques de viviendas se empezaron a construir de forma masiva con técnicas de producción industrial a gran escala consistentes en paneles de hormigón armado, encofrados metálicos, instalaciones previas al vertido del hormigón y núcleos completos prefabricados (cocina y baños). Donde más se desarrollaron estos sistemas fueron en Francia, pero también tuvieron gran auge en Rusia, Dinamarca y Suecia" (1). Se construyeron así miles de viviendas mínimas con criterios de eficacia y uniformidad, con el programa funcional adecuado a una familia tipo y sin posibilidad alguna de reformas, impedidas por el mismo sistema constructivo.

En España la introducción de estos sistemas prefabricados para construcción a gran escala de edificación residencial no se inicia hasta la década de los 70, si bien para otras tipologías ya en los 60 la prefabricación se ve como una filosofía de construcción

y se empiezan a desarrollar programas y edificios industriales totalmente prefabricados.(2)

(1) Fernández Lorenzo, Pablo. La casa abierta. Tesis doctoral UPM 2012

(2) Burón, Manuel, y Fernández-Ordóñez, David. Evolución de la prefabricación para la edificación en España, medio siglo de experiencia. Informes de la Construcción vol.48, n°.448, 1997, pp.19-33



Naves industriales prefabricadas década de 1960

Los paneles de hormigón, primeras pruebas

El material fue puesto a prueba primero con ensayos de pequeños bloques manipulables por dos hombres a mano y pequeñas placas, puestas a mano. Pero las obras medianas y grandes pudieron equiparse con medios de elevación cada vez más potentes, y estos sistemas fueron rápidamente sustituidos por otros con elementos de mayor tamaño; este aumento de dimensiones de las piezas permitió además disminuir el número de juntas, y situar las juntas verticales en las testas de los muros.

Dessau, la segunda sede de la Bauhaus tras su expulsión de Weimar, era una ciudad industrial con un problema muy grave de falta de viviendas para la mano de obra que llegaba del campo. La ciudad de alguna manera pensaba que con la instalación de la escuela se lograría construirlas rápida y eficazmente. De hecho no fue la Escuela sino el propio estudio de Walter Gropius el que abordó esta tarea. (1)

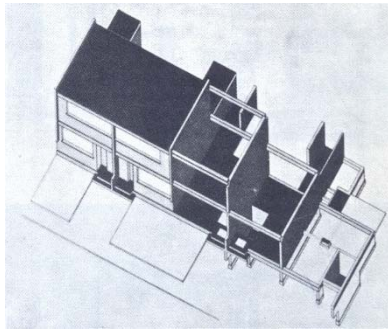
Los tres lotes realizados por Gropius, en 1926, 1927 y 1928 respectivamente, tenían como objetivo reducir sensiblemente los costes en virtud de un sistema de prefabricación ligera de paneles de fácil montaje, ideado por el propio Gropius y producido en el mismo lugar de la obra con los recursos locales de arena y cascajo (2). Las obras de construcción en Törten estaban tan perfectamente organizadas como las de una fábrica y constituían un ejemplo modelo del "Taylorismo" (...). Todo el proceso de trabajo estaba previamente calculado con exactitud y fijado por escrito. Las piezas prefabricadas de cerramiento, así como las vigas de hormigón armado para los forjados se fabricaban directamente en la obra, en un proceso similar al de la

producción en cintas de montaje. De este modo se conseguía reducir el tiempo de construcción y mantener los costes relativamente bajos.

La colonia fue proyectada y construida de acuerdo con el modelo fabril del taylorismo. Así lo que caracterizó a este conjunto de viviendas fueron las exigencias de la producción industrial y de la maquinaria; el proyecto en planta de la colonia fue definido por el alcance del brazo de las grúas giratorias. El sistema, sin embargo, se reveló muy defectuoso y el experimento provocó una fuerte polémica por parte de la oposición a la Bauhaus y a Gropius

(1) Martín Hernández, Manuel. La casa en la arquitectura moderna. Reverté 2014

(2) Berdini, Paolo. Walter Gropius. GG Estudiopaperback, 2ª ed.1989 (ed. original 1983)



Törten, esquema de construcción e imagen urbana

Producción masiva

La producción de vivienda con estos sistemas cerrados de paneles prefabricados de hormigón fue masiva en el período 1950-1970 en Europa, llegando en los países de Europa del Este y Rusia (con condiciones climáticas más extremas) a usarse de forma casi exclusiva. Francia, Gran Bretaña, Alemania, Italia y Países Nórdicos (países donde había una cierta preparación tecnológica) se convierten en focos de realizaciones y de exportación mundial de sus sistemas. Los antiguos países socialistas se adscribieron también a estas tecnologías, con mayor o menor fortuna de calidad, llegando a abordar con dichos sistemas la mayoría de los programas de construcción de viviendas, realizados dentro de su planificación económica centralizada.



Edificio residencial de paneles estructurales de hormigón. Se anula la flexibilidad en la distribución por la seguridad estructural

En España se hicieron algunos intentos en los años cuarenta, pero la construcción masiva de viviendas se llevó a cabo por sistemas tradicionales. A principios de los sesenta se importaron sistemas franceses de grandes paneles, pero tuvieron poco éxito. Pero hubo que esperar a comienzos de los setenta para la realización de experiencias más serias en el terreno de la construcción industrializada en España, cuando se construyeron fábricas importantes para la producción de grandes paneles según sistemas importados de países en los que esta producción estaba asentada, principalmente (con pocos sistemas de origen español). Con todos ellos se realizaron conjuntos de viviendas, siguiendo el porcentaje que se reservaba entonces en los programas VPO para experiencias industrializadas. (1)

En este período de producción 1950-1970, la industrialización estuvo marcado según Julián Salas (2) por las necesidades de economía y urgencia, con sistemas constructivos que imponían sus condiciones al proyecto buscando la máxima productividad:

- a. Exigencia de un mínimo del orden de mil viviendas agrupadas para intervenir con sistemas prefabricados
- b. Proyectos con mínimas variaciones para reducir el número de elementos diferentes
- c. Bloques de tipología lineal de gran frente, con el pretexto de evitar el cambio de las vías para las grúas-torre de montaje
- d. Luces mínimas de forjados para cumplir con los gálidos de transporte, que condicionaron las dimensiones máximas del tamaño de las habitaciones
- e. Nula flexibilidad de distribución en planta

A su favor decir que estos sistemas que respondían al reto de máxima productividad, cumplieron sin duda con su misión de levantar los edificios necesarios de una manera rápida, eficaz y económica. Sin embargo se critica el poco énfasis que se puso en la calidad y la estética de las construcciones, lo que creó una idea equivocada entorno a la prefabricación, suponiendo que no podría dar respuesta a las demandas crecientes de la sociedad.

(1) del Águila García, Alfonso. Sistemas constructivos industrializados. Informes de la construcción vol.48 n°446 1996, pp27-38

(2) Salas, Julián. De los sistemas de prefabricación cerrada a la industrialización sutil de la edificación: algunas claves del cambio tecnológico. Informes de la Construcción, vol.60 año 2008, pp.19-34

2. LOS MÓDULOS 3D PESADOS

Implantación y desarrollo

En búsqueda de la eficiencia, el siguiente paso en la industrialización fue la experimentación con módulos tridimensionales. Se intenta con ellos industrializar, además de la obra gruesa, otras unidades de obra de gran complejidad y dedicación en la obra tradicional. Así se incorporan en los módulos instalaciones, carpinterías y acabados (en el grado posible). Sale de fábrica un producto que montar en obra, totalmente terminado y listo para su utilización, minimizando las tareas a realizar in-situ. Estos módulos además son fruto de un estudio muy cuidado del proceso constructivo y están sometidos a un elevado grado de mecanización, lo que eleva sus estándares de calidad.

La aplicación de los módulos tridimensionales de hormigón comenzó a mediados de los años cincuenta, fundamentalmente formando bloques sanitarios que se incorporaban a los edificios construidos con grandes paneles, sobre todo en la antigua URSS y en Polonia. Las empresas se equiparon con maquinaria pesada importante para la fabricación, la manipulación y el transporte de estos módulos, que llegan a conformar módulos mayores para vivienda. El interés por las células 3d en estos países pioneros, se explica entre otras cosas por el clima: el rigor del invierno da atractivo a los sistemas que desplazan el máximo de trabajo a realizar al abrigo. Además de la importante demanda sostenida, que permitieron el desarrollo de una industria potente. (1)

Desde los años 70 se extiende su uso para vivienda colectiva en algunos países europeos, en los que se alcanzan unos niveles de calidad muy superiores. En EE.UU. y Japón también se empezaron realizaciones en los años setenta, pero no se han extendido; allí se sigue construyendo principalmente en seco, también con módulos ligeros que están perfeccionándose continuamente.

(1) Blachère, Gérard. Tecnologías de la construcción industrializada, GG 1977, versión original publicada 1975



Edificio construido con módulos 3D de hormigón, Moscú 1963. Imagen de la construcción con grúas puente, y edificio terminado

Cambio de escenario y crisis

Los primeros años de la década de los '70, con la profunda crisis económica asociada a la crisis energética y una reformulación cultural completa desde las nuevas posibilidades abiertas por la ciencia y la tecnología (exploración espacial, medios de comunicación de alcance global, y otros), suponen un punto de inflexión total en el mundo occidental basado en la sociedad de consumo.

Se define entonces el período de revisión y cambio 1970-1985, que de nuevo según Julián Salas (1), puede calificarse como de 'crisis y perplejidad'. La demanda de vivienda cayó de manera significativa y el tamaño medio de las obras bajó mucho, a lo que las empresas productoras de sistemas cerrados prefabricados respondieron intentando flexibilizar sus sistemas de producción para adaptar el producto pero poder seguir produciendo en sus fábricas.

Pero la crisis se agudizó, porque al bajar la demanda de vivienda en bloque se cambió el modelo (2), y la demanda pasó a ser, además de cuantitativamente menor, de un tipo de producto diferente: la vivienda unifamiliar aislada o adosada, modelo importado de USA de edificación suburbana extensiva. Y en este mercado la calidad, que hasta ese momento no había sido especialmente cuidada en la producción de este producto módulos prefabricados de hormigón 3d, empezaba a ser determinante. Además a raíz de la crisis del petróleo muchos países comenzaron a exigir un comportamiento energético más eficiente de sus construcciones, para lo que impulsaron normativas muy exigentes que dejaron fuera del mercado a muchos sistemas que no pudieron alcanzar los nuevos estándares.

En este escenario algunos sistemas desaparecieron, pero otros fueron capaces de responder dando calidad, variedad, y respondiendo a demandas de muchas menos unidades. Con este cambio de planteamiento –series cortas y diversificación del producto- se sentaron las bases de lo que después se asentaría como 'industrialización abierta'.

Hasta los años 90 el panorama no mejora, y además se evidencian los problemas derivados de los planteamientos anteriores. Se abandonan, ocupan, y posteriormente se desalojan y se demuelen miles de viviendas, entre otras cosas porque habían quedado obsoletas por deficiencias de construcción graves. La mayor parte de estas viviendas habían sido construidas en los años 50 con sistemas cerrados de hormigón.



Voladura controlada de la mitad de los bloques de viviendas prefabricadas que conformaban un gran conjunto, en Francia

Pero a partir de 1990 puede notarse un cambio importante, hacia la consolidación de la 'industrialización sutil' como posibilidad para redefinir la prefabricación. Se produce este cambio de rumbo tras comprobar que: (3)

- 1 Las tecnologías de producción de componentes resistían bien la crisis y se adaptaban mejor que los sistemas cerrados a las nuevas tendencias
- 2 Los componentes se introducían favorablemente en el creciente mercado de viviendas unifamiliares
- 3 La reducción drástica de obras de gran volumen penalizaba las tecnologías de hormigón e impulsaba el uso de componentes de otros materiales
- 4 La elasticidad de las soluciones constructivas a base de componentes hizo posible el cumplimiento de las nuevas normas de ahorro energético y las respuestas a otro tipo de arquitectura desde el lado de la demanda

(1) Salas, Julián. De los sistemas de prefabricación cerrada a la industrialización sutil de la edificación: algunas claves del cambio tecnológico. Informes de la Construcción, vol.60 año 2008, pp.19-34

(2) La proporción de viviendas unifamiliares llegó a ser del orden del 50% de lo que se construía en Holanda, Francia, Reino Unido y países escandinavos (ídem fuente Julián Salas). Países que unos años antes habían liderado la construcción de vivienda plurifamiliar en altura

(3) Salas, Julián. De los sistemas de prefabricación cerrada a la industrialización sutil de la edificación: algunas claves del cambio tecnológico. Informes de la Construcción, vol.60 año 2008, pp.19-34

Características constructivas

Peso

El peso es el problema mayor de estos elementos, y lo que más condiciona su producción y posterior manipulación porque obliga al uso de medios de fabricación, transporte y manipulación muy costosos. Pero también es gracias al elevado peso propio de los módulos, que los edificios tienen rigidez y estabilidad.

Para evitar el problema del peso o al menos minimizarlo en lo posible, se usan láminas delgadas de 5 a 7 cm de hormigón armado, aunque también puede ser pretensado si

deben responder a esfuerzos mayores. De todas formas el peso propio de los módulos y la esbeltez de las paredes hace que no pueda llegarse a alturas excesivas, por fatiga del material (1). Otra estrategia para aligerar peso es utilizar hormigones aligerados, o secciones nervadas.

En relación al aislamiento térmico, las láminas deben trasdosarse. También tienen un buen comportamiento ante el fuego. El aislamiento acústico funciona normalmente bien, porque aunque los espesores de las paredes son pequeños en el montaje definitivo de los módulos se duplican; se trata de poner juntas elásticas para evitar la transmisión.

(1) La empresa catalana de módulos prefabricados Compact Habit suministra módulos apilables hasta en 5 alturas (edificios de pb+4, ver web www.compacthabit.com). Otros ejemplos de apilamiento en los que se alcanzan más plantas, se consigue con módulos de hormigón pretensado (ej. Habitat 67 de Monreal)

Producción

Se pueden producir módulos tridimensionales por hormigonado de molde rotatorio (resulta un elemento monolítico), o por unión de paneles independientes. En los dos casos se dejan incorporados los conductos y cajas de instalaciones, y los cercos y marcos de las carpinterías.

En fábrica también se ejecutan los acabados hasta el máximo nivel posible, organizando los trabajos en cadena de manera que los distintos equipos de operarios van incorporando instalaciones, aislantes, aparatos, revestimientos, acristalamientos, etc. Normalmente los módulos quedan completamente acabados por dentro, y a falta de repasos, como juntas, al exterior.

Transporte

Tanto por dimensiones (suelen hacerse módulos completos para que haya el mínimo número posible de juntas) como por peso, las condiciones de transporte suelen ser importantes; en muchos casos se utiliza transporte especial (1), y el radio de acción de las fábricas queda limitado; además no puede usarse cualquier carretera, ya que muchas no tienen la resistencia suficiente. Además, durante los traslados (tanto transporte como posterior montaje en obra) deben evitarse en lo posible vibraciones importantes, para que no se produzcan fisuras. Normalmente estos esfuerzos dinámicos superan a los esfuerzos estáticos finales, y son los que condicionan el dimensionado de las secciones.

(1) Condiciones de transporte reguladas por las distintas Autonomías. En la empresa Compact Habit (www.compacthabit.com): Transporte especial limitado a 5m de anchura máxima y 4,5 m de altura, llegando a longitudes máximas de hasta 40m. El medio de transporte es una plataforma extensible con tractora. El movimiento del módulo se realiza en la fábrica con un puente grúa y en la obra se hace con una grúa móvil.

Puesta en obra

El transporte en obra tiene que hacerse sobre itinerario reforzado o con máquinas oruga, y el izado con grúas potentes o incluso grúas de pórtico. Una vez acopiados los módulos, la puesta en obra es muy rápida y el montaje suele ser muy simple.

En altura, los módulos se apilan en seco. El apoyo es en puntos previstos, mejor si se usan apoyos regulables en altura que permitan el ajuste del módulo para evitar asientos diferenciales (que serían problemáticos en elementos delgados de hormigón, porque producirían fisuras). Igual se hace la transmisión de esfuerzos a la cimentación; se deben prever zonas delimitadas (reforzadas) para los puntos de apoyo.

Después de apilar, se conectan los módulos a través de un sistema mecánico de uniones elásticas (1). Y se procede a su conexión al sistema de instalaciones comunes del edificio, a través de los armarios de registro previstos.

(1) Catálogo de empresa de módulos prefabricados de hormigón Compact-Habit



Bases de apoyo necesarias para las grúas-torre, capaces de colocar paneles de 5 Tn a 15 metros de distancia

La diversificación de medios de elevación y de bombeo de hormigón desde vehículos neumáticos, han cambiado la organización del montaje de las obras y han proporcionado flexibilidad a los proyectos

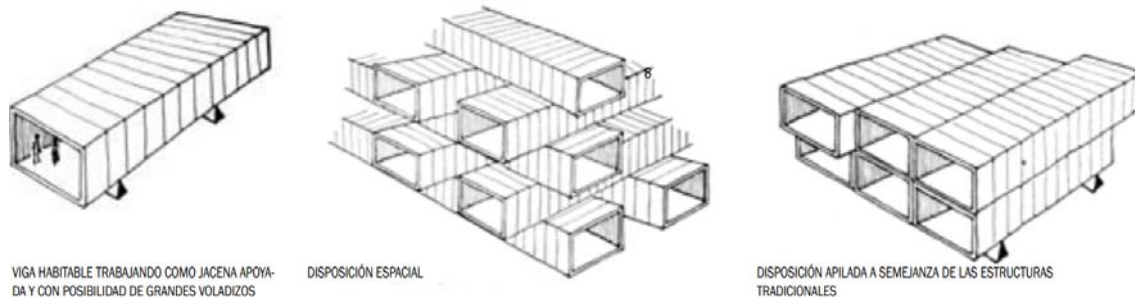
Si el módulo es menor que la unidad funcional, puede montarse el conjunto por adición de rebanadas, que serán módulos prefabricados con una o 2 caras abiertas, que se anclan mecánicamente. Los acabados interiores deben completarse en obra; normalmente la cara exterior de los módulos, con la excepción de las juntas y las terminaciones de la cubierta, llega a obra completamente acabada.



Viga hueca habitable de hormigón armado, viviendas experimentales 1967-69, estudio GO-DB, Valencia(1)

El estudio GO-DB se funda 1960 inspirado en modelos norteamericanos, e investiga para mejorar la relación de la arquitectura con la industria; incorporaron sistemas computerizados, una nave de experimentación de prefabricados, y consiguieron varias patentes. Tras los primeros modelos de vivienda formadas por módulos ligeros (de estructura metálica y cerramientos tipo sándwich), pasaron al hormigón armado para ajustar costes.

(1)Cortina Maruenda, Fco. Javier. La viga hueca habitable y otras experiencias de prefabricación en vivienda de GO-DB. PpA N6, montajes habitados: vivienda, prefabricación e intención, Universidad de Sevilla 2012, pp.64-79



Desmontado, reciclaje

Los edificios conformados con módulos de hormigón, normalmente no son desmontables y serán demolidos al terminar su vida útil. Del hormigón se puede recuperar parte del material para hacer áridos del reciclaje, pero en general no tiene un comportamiento adecuado atendiendo a la revisión actual de la idea de reciclaje, según la cual hay que cerrar el ciclo de vida de los materiales, es decir hacerlos que pasen de nuevo a ser materia prima al final de cada uso (ver apartado relativo a la sostenibilidad). Hoy este planteamiento de su falta de sostenibilidad es el mayor problema al que se tiene que enfrentar este material a la hora de valorar su uso.

Este proceso de reciclaje del hormigón es un proceso tolerable cuando el número de edificios demolidos es pequeño, pero al crecer el número se vuelve inaceptable debido a los importantes recursos que demanda y a la contaminación medioambiental que produce. Y aunque la producción en cantidades significativas de hormigón se remonta a principios del siglo, no ha sido hasta los años setenta cuando ha comenzado a hacerse notar una producción de grandes volúmenes de desechos de hormigón.

Actualización, vigencia del sistema

Hoy la industria está dando respuesta a las necesidades del mercado superando la rigidez inicial expuesta, tanto en los sistemas de producción (que pueden adaptarse a pedidos más pequeños) como en la flexibilidad del objeto producido (que ahora puede adecuarse al proyecto arquitectónico, y no imponerse como una regla insalvable). Se están consiguiendo con esto productos adaptables a varios tipos de construcciones, y un

mayor número de elementos distintos por vivienda (lo que permite responder mejor a variaciones individuales) (1)

El avance se fundamenta en la producción de elementos cada vez más complejos, capaces de dar una respuesta más versátil a la demanda, y con más calidad, es decir, con un mayor valor añadido.

(1) Salas, Julián. De los sistemas de prefabricación cerrada a la industrialización sutil de la edificación: algunas claves del cambio tecnológico. Informes de la Construcción, vol.60 año 2008, pp.19-34



Detalles de producción de módulos 3D de hormigón, de la empresa Compact Habit



Residencia universitaria en San Cugat del Vallés, de Harquitectes. Construcción con módulos 3D hormigón de Compact Habit

Impresión 3d

La industria de la construcción está usando también los últimos avances tecnológicos con la impresión 3d, ensayando algunos prototipos principalmente en países asiáticos que concentran necesidad masiva de vivienda, solvencia económica, acceso a las últimas tecnologías, y tienen mano de obra cualificada disponible.

Se trata de aplicar la última tecnología, ya más avanzada en otros campos como la medicina por ejemplo, a un sistema de construcción 'húmedo'; el material más usado hoy es el hormigón, pero también se están incorporando otros materiales sintéticos, reciclados, y otros. Como hemos visto en la prefabricación 'tradicional' con hormigón, también aquí pueden prefabricarse módulos más o menos completos, o partes; incluso se podría hacer industrialización in-situ, trasladando la impresora a obra. Sin embargo un inconveniente serio para avanzar en construcción es la escala.

La principal ventaja es que no hacen falta moldes, no hay desperdicio de material, y se puede alcanzar gran complejidad geométrica sin coste adicional; al trabajar con capas,

se pueden crear componentes de construcción muy complejos con impresoras que permitan operar con múltiples materiales.

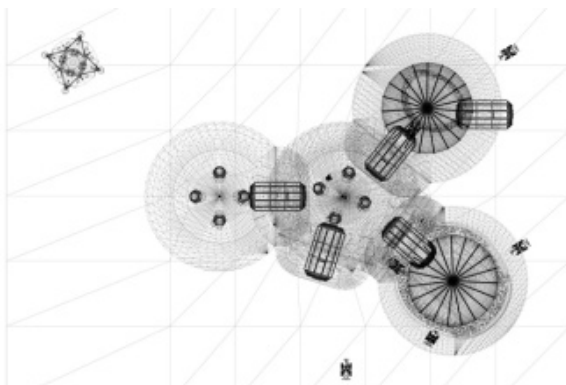
La escala es el principal motivo por el que la impresión 3d se encuentra todavía en estado embrionario en el sector de la arquitectura; por ejemplo, una impresora capaz de imprimir módulos de vivienda completos puede medir aproximadamente 6 x10x40m. Se entiende que el campo de avance será la impresión de partes o elementos, y una de las aplicaciones más inmediatas los diseños personalizados (por ejemplo piezas de nudos de estructuras muy optimizadas, o piezas a medida para reparaciones y restauraciones).(1)

(1)Prensa HuffingtonPost, 26-10-2016



Prototipo de la empresa asiática ZhuoDa

La vivienda, montada en 2015, está compuesta por seis módulos impresos 3D. La fachada es de un material nuevo procedente de reciclaje que alcanza un alto grado de aislamiento térmico, y es hidrófugo e ignífugo. Se puede producir y montar una vivienda en diez días, bajando mucho los costes en relación a la construcción habitual (400-480 dólares/m²)



Proyecto Lunar Habitation. Foster&Partners y la Agencia Espacial Europea, en proceso con fin previsto 2024

Se trata de explorar las posibilidades de la impresión 3d para la construcción de módulos habitables en la luna, utilizando como material de construcción principal terreno lunar.

3. PREFABRICACIÓN LIGERA

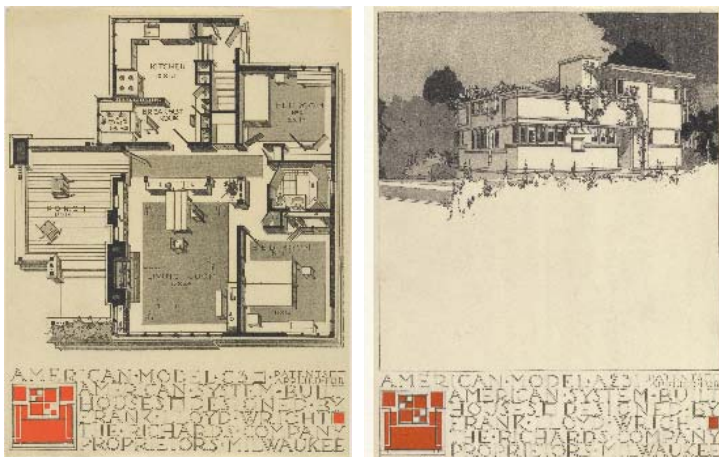
Inicios en Estados Unidos

Lejos de los condicionantes culturales y las inercias de la industria y el mercado vistos para el contexto europeo, “En un contexto menos condicionado cultural sin tantos condicionantes como era los Estados Unidos de la segunda mitad del siglo XIX, se demuestra que la prefabricación es posible y efectiva siempre que se haga desde la libertad formal y la eficacia productiva. La experiencia americana en torno a la colonización del territorio y el empleo del sistema balloon frame certifica que la estética está al margen: la eficacia y la optimización de las posibilidades de la industria prevalecen sobre cualquier consideración formal” (1)

Ya a principios del siglo XX, la construcción prefabricada despertó el interés de los jóvenes arquitectos de vanguardia. Wright pensaba que todo americano tenía el derecho de ser propietario de una casa, que satisficiera unas aspiraciones estéticas de mejor gusto y que no obstante fuera asequible (2). En 1911 Wright comenzó a experimentar con la prefabricación en cientos de dibujos, culminando con la publicación de *American System-Built Houses*. Los planos ilustran diferentes maneras de configurar viviendas con los componentes de construcción estandarizados que debían ser cortados previamente en fábrica. Sin embargo (a pesar de la campaña de marketing) hubo poco interés en el sistema, y se realizaron muy pocas casas.

(1) Díaz Segura, Alfonso. El concepto de prefabricación en Le Corbusier. CEU ediciones, textos docentes, 2011

(2) Cobbers Arnt, y otros. Prefab Houses. Taschen



American System-Built Houses, F.L. Wright 1911. Una planta de distribución y una imagen exterior, de entre los muchos modelos propuestos

Producción en serie

Tras los primeros ejemplos de casas prefabricadas ligeras (las casas transportables para colonos, o las casas por catálogo), se produjo un paso significativo en el desarrollo de las casas prefabricadas con la llegada de la fabricación en serie a principios del siglo XX, estrechamente ligada al descubrimiento del automóvil y de la cadena de montaje (producción modelo T de Ford en 1913, 3.000 unidades diarias). Este avance en el sistema de producción de piezas no tuvo repercusión en la calidad del objeto terminado, pero sí que permitió aumentar la cantidad de elementos producidos y rebajar los costes. Se produjo entonces un desvío del interés por la calidad y la resistencia del producto, hacia la calidad de los procesos de fabricación. (1)

Pero también aquí hay que esperar la finalización de la segunda guerra mundial para que se desarrollen los sistemas, porque es cuando se potencia la industria de la construcción para que funcione como motor capaz de revitalizar la economía. Aparecieron entonces numerosas colonias de viviendas suburbanas muy sencillas destinadas a alojar al gran número de soldados que regresaban a casa tras haber participado en la guerra, construidas con sistemas prefabricados ligeros. “Estas viviendas constituían grandes ejemplos de casas perfectibles, porque su planteamiento incorporaba la posibilidad de una futura mejora; incluían sótanos, áticos inacabados y contaban con pequeños patios. Esta tipología residencial permitía a sus jóvenes dueños renovarlas y agrandarlas, según fueran creciendo tanto sus familias como sus ingresos”. (2)

(1) Cobbers Arnt, y otros. Prefab Houses. Taschen

(2) Fernández Lorenzo, Pablo. La casa abierta. Tesis doctoral UPM 2012

Frente a la obra de hormigón, montaje ligero y en seco

Usando conceptos de Alejandro de la Sota, arquitectura física frente a arquitectura química (1). Entendiendo por ‘arquitectura química’ cuando un elemento se mezcla con otro para producir un tercero. Y frente a eso, la ‘arquitectura física’ relacionada con la arquitectura del montaje y de la unión en seco, de modo que “(separando) con las pinzas, siempre puedes dar con toda la personalidad del elemento” A. de la Sota.

(1) Saiz Sánchez, Pablo. Alejandro de la Sota. Un aire industrializado. Seis propuestas para este milenio. I Congreso Pioneros de la Arquitectura Moderna Española: Vigencia de su pensamiento y obra: Actas digitales de las Comunicaciones aceptadas al Congreso. Coord. por Teresa Couceiro Núñez, 2014, pp. 875-883

4. MÓDULOS TRIDIMENSIONALES LIGEROS

Las casas modulares se montan por ensamblaje de cajas, módulos 3D ligeros.

Estos módulos ligeros han tenido más desarrollo en USA ('modular houses'), como toda la arquitectura industrializada en seco. Desde las viviendas comercializadas por piezas de madera precortada hasta las modernas viviendas fabricadas por módulos tridimensionales ligeros ha habido una intensa evolución durante todo el siglo XX, con el desarrollo incluso de casas móviles.

Los módulos 3D ligeros son el último avance de la construcción 'balloon frame' clásica; lo primero que se ensayó para el aumento de la eficacia del montaje fue transformar la construcción tradicional por elementos lineales en construcción con grandes paneles –lo que se puede llamar la técnica de la barraca-, pero nunca ha tenido mucho éxito probablemente porque los sistemas tradicionales 'balloon frame' son muy productivos. Se pensó después que quizás se tendría más éxito yendo más lejos y fabricando no paneles sino módulos, llegando finalmente a la fábrica de grandes cajas que pueden ser de armazón tradicional de madera, 'steel frame' con estructura de acero, u otras (principalmente cerramientos portantes de madera laminada, también otros). (1)

(1) Blachère, Gérard. Tecnologías de la construcción industrializada, GG 1977, versión original publicada 1975

Ventajas

La construcción industrializada puede dar una respuesta satisfactoria para superar las dificultades inherentes a la obra, que se derivan de la diversidad y complejidad de las operaciones a realizar (unidades de obra que se superponen, gran cantidad de especialistas, instalaciones que se ejecutan por fases, etc), y la necesidad además de coordinarlas en el espacio y en el tiempo para cumplir los plazos. El empleo de módulos tridimensionales prefabricados busca siempre hacer el máximo de trabajo de obra en la fábrica, para organizar mejor los trabajos, utilizar menos mano de obra, y utilizar tecnologías más sofisticadas. (1)

Los sistemas con módulos tridimensionales permiten, como ningún otro procedimiento constructivo, programar las distintas tareas en fábrica y coordinar ejemplarmente las tareas del tajo con las de fabricación, evitando interferencias en obra y acortando el tiempo total del proceso de construcción. Se pretende conseguir el máximo nivel de terminación posible en fábrica (acabados, carpinterías, instalaciones, equipamiento), dejando para realizar in-situ solamente las labores imprescindibles, como juntas, repasos y conexiones. (2)

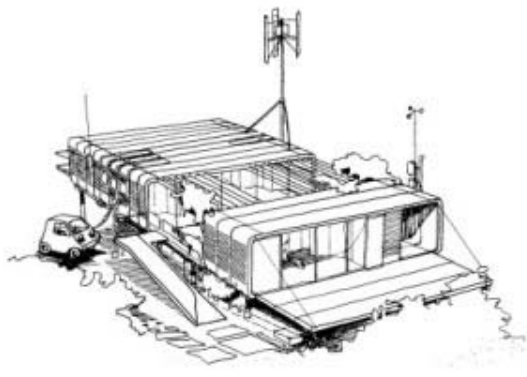
(1) Blachère, Gérard. Tecnologías de la construcción industrializada, GG 1977, versión original publicada 1975

(2) Vv.aa. Proyecto de investigación INVISO: industrialización de viviendas sostenibles. Informes de la Construcción, vol.61, nº513, 2009

Características constructivas

Estructura

La estructura puede ser por elementos lineales (de madera o metálicos) y revestimiento, llegando a soluciones de soportes muy juntos, tipo 'estructura difusa'. También se pueden usar elementos 2d de carga (particiones portantes compuestas por distintas capas de madera laminada, o chapa plegada), o estructuras tipo 'caparazón'



Prototipo Zip-up de Rogers, 1968

Las viviendas Zip-Up seguían un planteamiento estructural muy cercano al de los cascos y chasis que se utilizaban en la industria de aviones, barcos y coches. Eran unas construcciones ampliables y portátiles, perfectibles y móviles. El sistema de construcción constaba de unos paneles prefabricados que servían tanto para el suelo como para las paredes y el techo, y que eran ensamblados en el lugar elegido. Con este sistema se creaba un anillo cuyo interior quedaba libre e indeterminado, sin servidumbre estructural alguna. Este anillo podía ser ampliando hasta el infinito, ensamblando nuevos anillos a continuación de los anteriores. Este crecimiento admitía también la posibilidad de insertar patios intermedios, interpuestos en su desarrollo lineal (1)

(1) Fernández Lorenzo, Pablo. La casa abierta. Tesis doctoral UPM 2012

Altura

Para construcción en altura. En el libro de Alfonso del Águila (1) (1ª edición 1986), dentro del apartado dedicado a los 'módulos tridimensionales ligeros' se habla de módulos autoportantes que deben transmitir a la estructura principal tanto su peso propio como las cargas horizontales y de uso que actúen sobre ellos'; y la estructura principal sería la encargada de llevar las cargas a cimentación.

Estructura tipo 'porta-botellas', con estructura lineal de pilares y vigas

Estructura tipo 'estantería', con pilares y forjados

Tipo de 'núcleo central', como plug-in soporte e infraestructuras

A esta clasificación debemos añadir la construcción en altura por apilamiento de módulos.

(1) del Águila García, Alfonso. La industrialización de la edificación de viviendas

Los niveles de acabado

Cuando el módulo coincide con la unidad de uso, se puede llegar al máximo nivel de terminación en fábrica. Sin embargo si la unidad de uso se compone por adición de

varios módulos, son necesarias labores de terminación en obra: uniones, juntas, acabados.

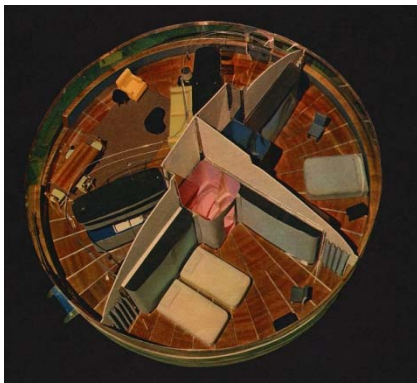
Cerramiento exterior y envolvente interior

En la aproximación de la construcción a la industria (1) *“se busca conseguir una carcasa que resuelva, a ser posible, el cerramiento de un espacio, y que ha dado lugar muchas veces a envolventes simples que solucionan a un mismo tiempo la cubierta y las fachadas (...). Estos casos han buscado incidir en el alvéolo habitable o, simplemente, en una construcción repetible que es susceptible, con algunas ayudas, de habitarse”*; un ejemplo, la casa Wichita.

No se atiende esta necesidad de sistematizar el equipamiento interior hasta después, una vez superada la dificultad técnica de resolver la construcción de los cerramientos. “Una generación de proyectos y prototipos de viviendas surgidos a partir de las tesis metabolistas en Japón, proponían resolver este divorcio (entre envolvente exterior y el interior) mediante la construcción moldeada del interior, proponiendo una casa de doble envolvente: una exterior, que define la forma de la casa, y otra interior que se aproxima al habitante”; un ejemplo serían las cápsulas enchufables del edificio Nakagin: el interior de las cápsulas está concebido como un estuche y el exterior como una caja.

(1) Monteys y Fuertes. Casa collage

(



Casa Wichita



Cápsula edificio Nakagin

Sistemas de producción flexibles

Los últimos sistemas de vivienda basados en la construcción por módulos tridimensionales ligeros, están alcanzando además una variedad de formas y versatilidad de espacios que parecen haber superado la rigidez inicial de este tipo de construcción.

Los sistemas de producción han evolucionado de forma que hoy es posible que la producción sea industrializada y pueda a la vez responder a las necesidades de cada

usuario. Desde la producción artesanal de origen, se pasó a la producción en serie industrializada; se pasó después a la personalización de la serie, hasta la posibilidad actual de fabricar otra vez bajo demanda, pero aprovechando además las ventajas de los sistemas industrializados. *“Así la evolución de los procesos productivos puede establecerse como una primera etapa de producción bajo demanda de productos únicos (etapa artesanal). Una segunda etapa de producción en serie de productos únicos u homogéneos (producción en serie), en la que se consigue una diversidad de producción al establecer diversas líneas de producto. Una tercera etapa de producción en serie de productos diferentes (personalización en serie), volviendo finalmente a la producción bajo demanda en objetos complejos tales como automóviles o no tan complejos como ordenadores personales (fabricación bajo demanda)”* (1)

(1) Saiz Sánchez, Pablo. La Casa industrializada, seis propuestas para este milenio. Tesis doctoral UPM 2016



Proceso de fabricación de módulos 3D ligeros en la fábrica Toyota

Condicionantes relacionados con el tamaño de los módulos

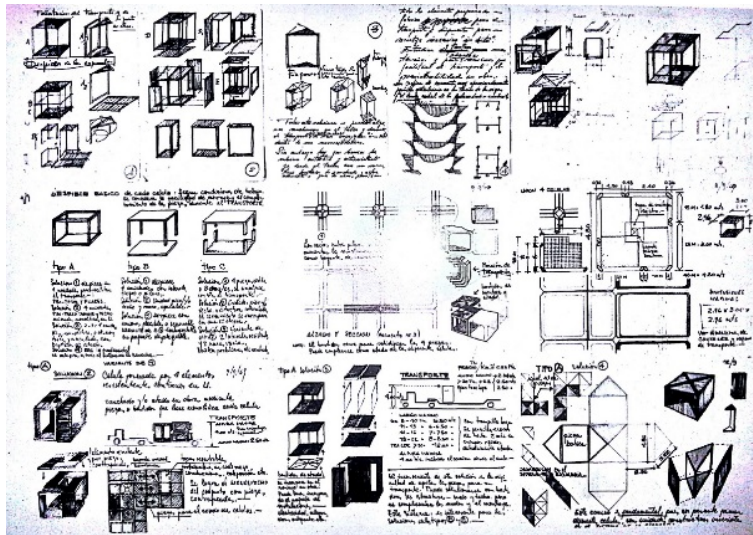
Los módulos tridimensionales que se usan en arquitectura deben responder a condicionantes relacionados con su producción y montaje, pero seguramente los más restrictivos (en cuanto al diseño al menos) son los relacionados con su transporte desde el centro de fabricación hasta la obra. Así las dimensiones máximas quedan fijadas por las necesidades del transporte. Por eso la discusión sobre el tamaño óptimo aparece ligada a normas de cumplimiento generalizado ISO que regulan, entre otros, la dimensión de los contenedores de transporte intermodal; atendiendo a sus criterios se puede garantizar la carga, traslado y descarga de los módulos por medio de camiones, trenes, barcos y aviones en todo el mundo (1). De todas formas estas dimensiones no

son de obligado cumplimiento, y deben ser los agentes implicados (arquitectos, productores y constructores) los que valoren las necesidades de transporte y sus condiciones en cada caso.

Para transporte por carretera, las dimensiones de la carga están limitadas a un ancho que puede ser poco, si se pretenden transportar módulos 'vivideros' (dormitorios, salones, etc); normalmente se acude a soluciones de transporte especial solo en casos excepcionales.

Sin embargo hay estrategias que permiten salvar estas condiciones, construyendo los espacios con más de un módulo. Cada célula 3d será solo una parte de la habitación, se trasladará a obra cerrada y apuntalada provisionalmente, y se unirá a otras dos o tres en el montaje definitivo.

(1) Wadel, Gerardo. La sostenibilidad en la arquitectura industrializada, la construcción modular ligera aplicada a la vivienda. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica Cataluña 2009



Rafael Leoz. Redes y ritmos espaciales 1969, estudio de soluciones de división de módulos para el transporte

Otras soluciones: traslado 2d/3d

La prefabricación integral supone un transporte en módulos 3d del edificio, y con ello mayores exigencias y un mayor número de limitaciones a la hora de ser transportado ya que pasan a influir dimensiones, peso y acciones en el transporte. Sin embargo, la ejecución del edificio una vez transportado es simplemente la de emplazarlo en el terreno, lo que supone una garantía se cara al resultado final.

Sin embargo un grado de prefabricación parcial supone un transporte del conjunto de las piezas en dos dimensiones de modo que el transporte es menos ajustado y más económico; pero cuenta con un mayor riesgo por pérdida de eficacia en el ensamblado del edificio en el lugar de implantación. Pero también se pueden considerar opciones intermedias.

Para solventar los problemas de transporte pero también para aprovechar las ventajas de la prefabricación en distintos grados, tenemos opciones como el 'kit' de piezas, que es un conjunto coordinado de partes pequeñas muy industrializadas que permiten un transporte muy fácil por su tamaño y un montaje muy rápido y sencillo por personal con poca cualificación. Y el 'panelizado', que consiste en ensamblar elementos bidimensionales o paneles, que simplifica mucho el transporte con respecto a los módulos tridimensionales y proporciona elementos más terminados y por lo tanto mayor rapidez de montaje que el kit.

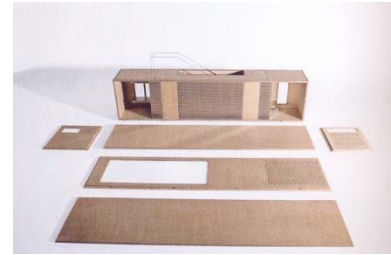
El interés de no transportar 'vacío'

Buscando siempre la máxima eficacia, y gracias a las opciones abiertas al flexibilizar el concepto de construcción 2d o 3d y permitir soluciones intermedias, resulta una tendencia a no transportar vacío.

Vistas las ventajas del transporte 2d (con el 'flat pack' extendido en los bienes de consumo habituales gracias a empresas como Ikea), hay que valorar el problema del transporte de aire con los módulos 3d. Resulta la idea de transportar solo módulos muy equipados, en los que las ventajas del trabajo en taller son claras (instalaciones, acabados, equipamiento, etc) y compensan las limitaciones del transporte, y transportar 2d el resto, piezas sin complejidad que pueden ensamblarse en obra fácilmente y con garantía de un buen resultado.

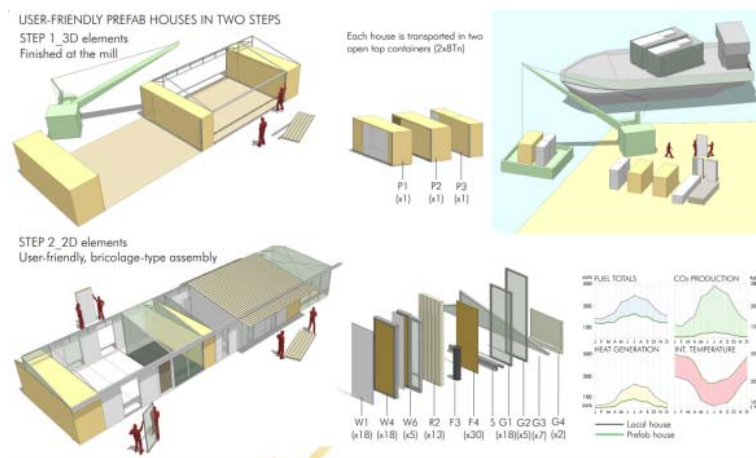
Un ejemplo paradigmático de este planteamiento es el prototipo System 3, de los arquitectos Oskar Leo Kaufmann y Albert Ruf para la exposición 'Home Delivery. Fabricating the modern dwelling' del MOMA en 2008.

Se trata de una vivienda prefabricada de 53m², concebida como una combinación de elementos 2d y 3d en madera microlaminada. Se construye un módulo 3d de servicios con todas las instalaciones y equipamiento necesario en la vivienda 'Service Unit' (baño, cocina, tomas de corriente, calefacción, ventilación, conexión a internet, y escalera a cubierta), y el resto 'Naked Space' (comedor, zona de estar y dormitorio) se transporta en paquetes planos con elementos 2d que se montan en obra. Gracias a esta estrategia todos los elementos pueden transportarse en un único contenedor, y la vivienda queda montada en cuatro horas y media porque todos los elementos complejos y con instalaciones vienen terminados del taller.



System 3. Componentes 3D y 2D, y montaje

En uno de los proyectos de investigación de los que arranca la presenta Tesis Doctoral, el proyecto de viviendas prefabricadas para la isla de Tristan da Cunha, se estudió en profundidad el alcance y la viabilidad de esta estrategia. Finalmente se proyectaron los bloques técnicos como unidades optimizadas para prefabricación y transporte en 3d, de modo que se eliminaba la necesidad de disponer de mano de obra especializada y material técnico en obra. Estos módulos también servían como estructura portante, y el resto podía montarse con elementos lineales simples, o cerramientos complejos panelizados por partes 2D.



Propuesta de viviendas prefabricadas para Tristan da Cunha, proceso de montaje

5. ACTUALIDAD DE LAS VIVIENDAS MODULARES PREFABRICADAS

Difusión

El hecho de que el inmueble tradicional se esté caracterizando por precios cada vez más altos ha sido favorable para la expansión de las casas prefabricadas. También el tiempo de ejecución es un factor fundamental favorable para este tipo de viviendas ya

que se reduce considerablemente, además de las excelentes condiciones térmicas y acústicas que aportan.

En el mercado español las viviendas prefabricadas han sufrido un fuerte incremento durante los últimos años, y se empieza a considerar este tipo de viviendas como una alternativa con fuerza para el problema de la vivienda. El asentamiento en el mercado está siendo primero como una opción de vivienda temporal (en lugares vacacionales de playa o montaña); pero todavía no es una solución extendida para casos de vivienda habitual, en entornos urbanos.

Si nos vamos a un marco mundial, las casas prefabricadas se están teniendo un fuerte desarrollo en países en los que esta construcción ya está arraigada como Finlandia o Suecia; y sobre todo Japón y Estados Unidos, en donde se encuentra el foco mundial del mercado: entre los dos países ocupan un tercio de la producción mundial de estas viviendas. Aún la mayor parte de esa producción prefabricada va destinada a viviendas unifamiliares, siendo en casi su totalidad viviendas construidas con estructuras ligeras, muchas de madera. Por estas condiciones de mercado la prefabricación está desarrollándose mucho en todos los sentidos en estos países, y la oferta se está ampliando para responder a distintos rangos de necesidades y calidad.

El resto de países desarrollados se encuentra en un escalón inferior a estas dos potencias, aunque la aceptación en general es favorable y la demanda potencialmente positiva. En Europa se está haciendo mucha incidencia en incluir en los procesos de prefabricación la posibilidad de que el diseño se adapte a las nuevas tendencias, y se incorporen nuevas tecnologías y materiales.

En América latina se prevé un crecimiento muy grande que supondrá una gran demanda y crecimientos importantes en la industria de la prefabricación. En los países más pobres, la demanda es menor pero eso no impide que el uso sea inferior ya que es lugar de aplicación de muchos prototipos en mención de ayudas, campos de trabajo y lugares de colaboración.

Comercialización

La buena aceptación que han alcanzado estos módulos prefabricados ligeros tiene mucho que ver con las estrategias de las marcas que los comercializan, muy competitivas en el mercado globalizado. En los casos paradigmáticos de viviendas fabricadas por Ikea, Muji y Toyota, se trata de empresas con amplia trayectoria y muy competitivas en su sector (las dos primeras especializadas en mobiliario y accesorios para el hogar, la tercera fabricante de coches) que han incorporado las viviendas

prefabricadas como un producto más dentro de su filosofía empresarial, y como tal los publicitan (en internet, prensa y televisión) y comercializan, dirigiéndose a su mismo tipo de público.

Como el resto de los objetos que comercializan estas grandes empresas, las viviendas son producidas en serie pero son muy versátiles, y siempre es posible personalizarlas entre varias opciones (sobre los acabados, equipamientos, y otros, ofreciendo la opción de 'diseño' a través de internet) (1). Sin embargo y debido a la construcción de los módulos, una vez montadas las viviendas no serán posibles cambios de distribución posteriores en el tiempo.

(1) Del Águila García y otros. Hacia una nueva vivienda social flexible mediante la investigación de procesos productivos industriales innovadores. IV jornadas internacionales sobre investigación en arquitectura y urbanismo, junio 2011

Toyota Home

En Japón, la empresa de fabricación de coches Toyota, se ha incorporado también a la fabricación de módulos tridimensionales para vivienda con un sistema de producción que es capaz de incorporar las ventajas de su experiencia con la producción de coches. Se alcanzan altos grados de mecanización, y se implementan mejoras como producción 'justo a tiempo' y 'flujos continuos' para adaptar la producción al ritmo de los pedidos, con lo que se eliminan stocks.

La empresa dispone de una tecnología y unas líneas generales en la gestión de proyectos, pero después cada uno de ellos es resuelto de forma independiente, dependiendo de su emplazamiento, del tipo, gustos y necesidades del cliente siendo por último la componente estética, que como puede verse tampoco queda olvidada durante el proceso. Una vez fabricada la estructura de cada módulo ('post and beam steel frame'), como si de un chasis de un vehículo se tratase, pasa por una larga cadena de producción en la que se van sumando todas las partes que completan el módulo hasta su acabado.

El diseño de sus edificios es acorde a los gustos y formas de vida de sus clientes, con espacios diáfanos y polivalentes; se incorporan además todos los avances tecnológicos disponibles. En relación a la garantía de la vivienda, la empresa ofrece asistencia técnica y asesoramiento en cuanto a conservación y mantenimiento.



Casas Toyota. Algunos modelos disponibles, imágenes exteriores y de interior. Las viviendas unifamiliares se conforman por apilamiento de módulos pb+1

Muji

También una potente empresa japonesa pero en este caso dedicada a mobiliario, accesorios del hogar y cuidado personal, Muji ofrece viviendas prefabricadas cuya principal ventaja, además de las conocidas de toda vivienda prefabricada (presupuesto cerrado, corto plazo de ejecución, calidad del producto industrial asegurada, etc) es la flexibilidad. Porque se ofrece al comprador la posibilidad de hacer cambios en la distribución interior de la vivienda, y elegir la personalización de los acabados; también el mobiliario puede responder a las demandas del cliente. Su objetivo es proporcionar productos útiles, sencillos, bien diseñados, durables, con escaso impacto ambiental y asequibles.

Con una fuerte preocupación por el diseño de sus productos, Muji trabaja con reconocidos arquitectos y artistas japoneses. El resultado son 'productos de calidad sin marca' muy reconocibles. Actualmente se comercializan tres modelos, todos de vivienda unifamiliar: Tree House, Window House, y Vertical House.

Los dos modelos prefabricados de Kengo Kuma, Window House y Tree House ambos diseñados en 2008, son cercanos al estilo de elegancia y funcionalidad asequibles de la marca, y con estética próxima a la arquitectura moderna de mediados del siglo XX. Las viviendas están configuradas con módulos ligeros de madera laminada, apilables.

Todas las variantes de los distintos modelos de vivienda están moduladas.



La casa del árbol, Muji. A la derecha arriba el modelo mínimo de 84,45m²; abajo, modelo de 125,87m²



La casa de la ventana, Muji. Arquitecto Kengo Kuma

La Vertical House fue concebida para dar respuesta a los entornos urbanos densamente poblados, donde los solares disponibles son muy pequeños (se comercializa desde 2014); también de madera, los módulos se apilan hasta pb+2. En esta misma línea de viviendas mínimas y también para adecuarse al mercado, los últimos productos lanzados por la empresa son los Muji-Huts, viviendas refugio de superficies mínimas y precios asequibles.



La casa vertical



Muji huts, uno de los modelos disponibles

Ikea-Boklock

En Europa la multinacional sueca Ikea también comercializa viviendas prefabricadas, desde su colaboración con la empresa constructora Skanska en 1996; con la misma filosofía de viviendas funcionales y coste relativamente reducido “We build affordable homes for ordinary people”. Las viviendas tuvieron desde el principio mucho éxito en Suecia, también en Dinamarca y Noruega; después se han comercializado también en Alemania y Reino Unido. Además la elección de acabados exteriores les permite adecuarse a la estética del entorno, con tejado a dos aguas y colores fuertes en Suecia, con azotea y colores neutros en Alemania por ejemplo.

Superada la idea inicial de construir con paneles bidimensionales (según filosofía de transporte 2d ‘flat pack’ de la empresa), se busca un mayor grado de prefabricación con módulos terminados en fábrica. Las casas se conforman por varios módulos 3d ligeros de madera, que se unen y terminan en obra (los acabados exteriores –con elección de color y tipo entre algunas opciones-, cubiertas, repasos y conexiones)

En cualquier caso, la novedad de estas viviendas con respecto a las anteriores es que se suministran viviendas unifamiliares (de una o dos plantas; también se pueden apilar dos viviendas unifamiliares ‘block of flats’), pero también edificios plurifamiliares de hasta 4 plantas pb+3, el ‘Flex Boklock’.

El Flex-Boklock es un edificio plurifamiliar conformado por apilamiento de módulos ligeros de madera, hasta pb+3. La disposición del bloque suele ser en L, aunque también se pueden hacer lineales o crecer en forma de U según las condiciones de implantación. Las viviendas son de 1, 2, o 3 dormitorios, según distribución del catálogo, y están conformadas por dos o tres módulos prefabricados; en todos los modelos se agrupan los cuartos húmedos y se dispone una zona de estar generosa.



Viviendas unifamiliares Ikea-Boklock



Edificio plurifamiliar BoKlok Flex



Otras

Los modelos presentados son los de mayor implantación en el mercado, con unos niveles de producción importantes (Toyota Home vendió 5000 viviendas en el año 2006). Pero hay muchas otras empresas a menor escala que están trabajando en este mismo ámbito, proponiendo soluciones interesantes.

Por ejemplo la empresa Meka lo que hace es fabricar sus propias estructuras modulares con el mismo tamaño de los contenedores de transporte ISO, con un diseño contemporáneo que permite una gran funcionalidad para el espacio proporcionado, y cumpliendo con los códigos de construcción más restrictivos para que se puedan considerar edificios de carácter permanente y puedan ser exportados a cualquier parte del mundo.



Construcción con módulos ligeros apilables Meka, imagen virtual

Otras aplicaciones

También hay otros campos en los que la construcción prefabricada está teniendo mucho impacto.

Como vivienda temporal para situaciones de emergencia. Como los refugios 'Better Shelter' (1) que la Fundación Ikea (entre otros) ha desarrollado junto a la agencia para los refugiados de Naciones Unidas.

Se trata de una vivienda de superficie mínima (17,5 m²), modular y de chapa metálica con cubierta a dos aguas; una fachada lateral está equipada con captadores de energía solar (panel fotovoltaico que proporciona suficiente energía para iluminar la cabaña por la noche o para cargar el móvil). La casa se puede montar en cuatro horas, está compuesta de 68 piezas, tiene capacidad para acoger hasta cinco personas, puede crecer y llega -marca Ikea- en dos paquetes planos de 80 kilogramos cada uno que contienen las herramientas para montarla.

(1) Fuente web elpais.com



Refugio Ikea montado, e imagen de conjunto con módulos instalados en un campamento. Hay 30.000 refugios en uso en diversas partes del mundo

También Alejandro Aravena, de Elemental, ha proyectado refugios prefabricados. Se trata de la Casa Tecnopanel, de paneles estructurales de tableros de viruta orientada con núcleo aislante SIP, con la que se montaron refugios de emergencia tras un terremoto en Chile en 2010.

El sistema Universal Rooms plantea también refugios modulares prefabricados móviles, que pueden agruparse y acoger distintas funciones además de residencia: oficinas, escuelas o equipamiento sanitario.



Casa prefabricada Tecnopanel, de tamaño variable



Universal Rooms. Contenedores versátiles ligeros: alojamiento, oficinas, sanitario, etc.; dimensiones 6m x 3m x 3m

Construcción sobre edificios existentes. Como respuesta a situaciones urbanas complejas.

En entornos urbanos consolidados la construcción de áticos sobre la edificación existente, en aquellos edificios en los que la edificabilidad no esté agotada, se presenta como un campo para el uso de módulos ligeros. Hay ya proyectos en Francia e Italia; en España (1), varios ejemplos en Barcelona y Madrid.

Las ventajas de esos remotes serían:

- Se construye sobre construido, aprovechando las infraestructuras urbanas existentes de equipamientos, movilidad, etc; se puede reducir el consumo de suelo. Y se completan los volúmenes a construir previstos por la normativa, con lo que se resuelven muchos problemas de falta de calidad urbana: la discontinuidad de la altura de la edificación,

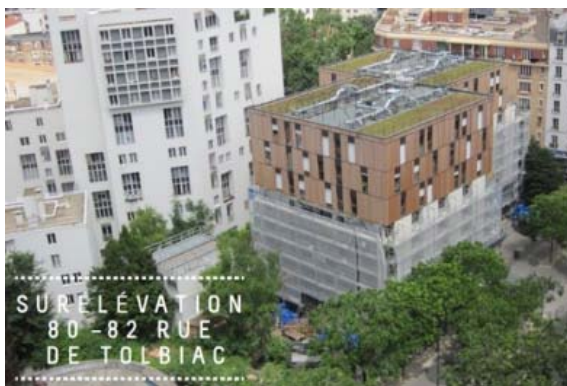
las medianeras expuestas, la insuficiente población que impide la rentabilidad de los servicios y la mejora funcional o estética de la cubierta, por citar sólo algunos.

- Además, el beneficio económico del nuevo espacio habilitado puede ser empleado por la comunidad para financiar su rehabilitación energética, asunto que está siendo impulsado por la administración. Se mejora la eficiencia energética del parque edificado, gracias a la inversión que representa la compra del derecho de edificar en altura (el solar en la terraza), los propietarios de los edificios pueden acometer mejoras en el resto de la finca: aislamiento térmico de patios, fachadas y carpinterías, optimización de los sistemas de iluminación, ascensores y bombeo, etc. También pueden acometerse otras obras de mejora constructivas.

(1) Web estudio La casa por el tejado



Obras de sobreelevación de tres plantas sobre edificio existente en el ensanche de Barcelona, calle Còrsega 685. Arquitectos: la casa por el tejado, 2015. Un módulo es izado hasta la azotea de un edificio existente



Sobreelevación en Rue Tolbiac 80-82, Distrito 13, París, Francia.. Edificio de planta baja más 5 superiores, de vivienda social, ampliado con tres niveles que suman 1.800 m2. Estructura y cerramientos de madera. Atelier d'Architecture Marie Schweitzer



Moduloft. Empresa dedicada a la extensión vertical de edificios mediante la adición de espacios bajo cubierta inclinada, contruidos con sistemas ligeros modulares 3D

Conclusiones

Desde una visión técnica aplicada al proyecto y construcción de viviendas, entendemos que los sistemas que se implanten deben basarse en una ejecución de la vivienda colectiva por componentes técnicos sustituibles que prolonguen su vida útil y favorezcan la adaptabilidad a cada usuario. Según Fernando Nieto Fernández en su Tesis Doctoral sobre vivienda social 'Normalizar la utopía. Un proyecto de sistematización de la normativa en vivienda social', en relación a la sistematización de la técnica –de la construcción y del proyecto– aporta las siguientes premisas (1):

(1) Nieto Fernández, Fernando. Normalizar la utopía. Un proyecto de sistematización de la normativa en vivienda social. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid 2014

- La prefabricación y la industrialización agilizan, sistematizan y minimizan los errores en los procesos de producción de componentes.
- La construcción en seco favorece los cambios en el tiempo en los sistemas y componentes técnicos que conforman el espacio doméstico.
- La modulabilidad de los sistemas como estrategia principal permite la resolución de los casos particulares a nivel técnico y espacial sin abandonar los principios generales.
- La complejización de elementos con múltiples funciones va asociada a una idea de montaje *just in time* importada de otros sectores como el terciario.
- La compatibilidad de componentes implica una normalización de sistemas de unión, juntas, solapes, que permita sustituciones sencillas.
- La hibridación de los sistemas para una solución integral debe permitir que un mismo elemento resuelva varios aspectos: la cualificación espacial de un determinado ámbito, su estructura portante, sus elementos de acabado y los requerimientos técnicos demandados por los usos que sea capaz de albergar.

Prefabricación como modelo de futuro

El carácter temporal que se atribuye a una edificación prefabricada debe ir cambiando en el pensamiento de la sociedad, porque son muchas las ventajas que aporta al modo de vivir y por ello debe asumirse la prefabricación como una alternativa firme con un salto de calidad y perfeccionamiento en la vivienda.

Criterios de sostenibilidad. El concepto de prefabricación supone una gran disminución de residuos y un mayor aprovechamiento de los materiales. Aspecto que va a ayudar mucho a su contribución sostenible. La cantidad de residuos generados en una obra va a depender directamente del nivel de prefabricación que puede alcanzar.

Movilidad y reutilización. Hay que considerar la ventaja que nos aporta la prefabricación en la movilidad de la edificación. El edificio una vez cumplida sus funciones puede trasladarse a otro lugar y reutilizarse sin ningún impedimento lo que conlleva una utilidad considerable. El fin de esta vivienda incluso puede ser reutilizable en otros usos o bien los distintos materiales pueden ser reutilizados o tratados de forma que los residuos que deja la edificación llegan a ser prácticamente nulos.

Estabilidad en la producción. La prefabricación supone una actividad de producción continua, con una mayor seguridad para los trabajadores.

SOSTENIBILIDAD

1. SENSIBILIDAD AMBIENTAL

El pesimismo ecológico de la década de los sesenta

Tras el optimismo tecnológico de los años cincuenta, surge en los años 60 un pesimismo ecológico derivado del exceso de confianza en el consumo. De esta forma surge el grupo metabolista, del que ya se ha hablado en capítulos anteriores, como movimiento utópico que buscaba la creación de un nuevo orden social respetuoso con el medio ambiente y el ser humano.(1)

(1) Fernández Lorenzo, Pablo. La casa abierta. Tesis doctoral UPM 2012

También surgen numerosos movimientos alternativos que ponen en duda el modelo capitalista de desarrollo. Estos movimientos exploran nuevos modos de vida y relación, muy en aproximación con la naturaleza, reivindican la utilización de otras tecnologías y se interesan por el sentido común de las sociedades pobres. El más importante de ellos fue el movimiento 'hippie', que estaba muy ligado a un modo de vida nómada con asentamientos autoconstruidos. La comunidad Drop City, en Colorado, fundada en 1965, fue su mejor ejemplo. En Drop City fueron muy populares unas cúpulas que tomaban como referencia a las de Fuller, pero que estaban construidas con viejos chasis de coches o con otros restos de la civilización de consumo.



Fuller había patentado en 1951 la cúpula geodésica; entre 1954 y 1957, el ejército estadounidense desplegó miles de estas cúpulas para alojar radares a lo largo de una línea de 3.000 millas de vigilancia en la frontera con Canadá. Durante esos mismos años, las cúpulas de Fuller se expusieron por todo el mundo en ferias de muestras como prueba del ingenio tecnológico americano. A pesar de haber servido como emblema del poderío de la industria militar americana, en Drop City las mismas cúpulas se convirtieron en emblema de una América transformada. (1)

(1) Fuente: Turner, Fred. Un tecnócrata para la contracultura. AV 143 Buckminster Fuller 1895-1983, 2010, pp.102-115.

Toda construcción edilicia implica intervención en el medio, con consumo de suelo, y recursos materiales y energéticos. La realidad actual, es consciente de los abusos del empleo de materiales y de consumo energético en las prácticas constructivas habituales,

por tanto, cada vez se es más consciente de la responsabilidad de construir de manera menos agresiva con el medio.

Ya se tenía una definición de sostenibilidad desde finales de los años 80: *“Un desarrollo sostenible satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de generaciones futuras para satisfacer las suyas propias”*. Informe Brundtland ‘Nuestro Futuro Común’, Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo de la ONU, 1987.

Siendo el objeto de la presente tesis situar la construcción prefabricada en seco dentro del panorama actual y valorar sus posibilidades como alternativa de futuro a las soluciones tradicionales, cabe ahora someterla a examen desde el punto de vista de la sostenibilidad. Porque la ‘sostenibilidad’ es desde hace ya décadas una preocupación, un criterio clave para proyectar, y en el futuro sin duda la única forma de actuar y ser competitivo. Según Françoise-Hélène Jourda (1), defensora de la eficiencia energética en la arquitectura, *“la reciente toma de conciencia del carácter limitado de los recursos del planeta generará una verdadera revolución. Una revolución tecnológica y cultural tanto a más importante que la revolución industrial”*

(1) Con una nutrida trayectoria de más de treinta años enfocada al desarrollo de una arquitectura y un urbanismo sostenibles, esta arquitecta francesa defendió la especificidad del lugar y el uso eficiente de los recursos locales

Pensamos que aprovechar las ventajas de la industrialización en los procesos relacionados con la producción de materiales y elementos, la puesta en obra, el uso y mantenimiento, y el reciclaje de lo construido, puede ser una oportunidad para incorporar criterios de calidad actualizados en todas las fases del proceso, de forma que se obtenga el mejor producto construido posible. Esto debe suponer un cambio en la mentalidad sobre el empleo de la prefabricación. Hay que dejar a un lado el competir en costes con la construcción tradicional (considerando únicamente los costes asociados al proceso constructivo y que finalizan con la entrega de llaves al cliente), para considerar la prefabricación como una vía perfectamente válida con la que obtener unas prestaciones superiores y un ahorro global considerable, teniendo en cuenta los menores costes energéticos y de mantenimiento durante la vida útil del inmueble.

En el mundo occidental desarrollado, los estándares de calidad mínimos en este campo de la construcción (como en tantos otros) están cada día más regulados, y son más exigentes: desarrollo de normativas de calidad de la edificación (con garantías de calidad tanto del objeto construido, como de su relación con el medio en el que está inserto), protección del medio ambiente, aplicación de innovaciones tecnológicas, gestión responsable de los recursos (materiales, de suelo, recursos energéticos). La

investigación aplicada es constante, de modo que surgen continuamente nuevas soluciones optimizadas que están mejorando sin duda la calidad de las construcciones. Se entiende que en este contexto es donde tiene un interés mayor la construcción prefabricada, ya que es una industria en desarrollo todavía carente de muchas de las inercias asociadas a los sistemas tradicionales de construir, y por ello capaz de asumir mejoras.

Cómo era la arquitectura antes de la revolución industrial

Siempre ha existido una relación de la arquitectura tradicional con el medio en que nace. La construcción con materiales y sistemas tradicionales ha mantenido una relación equilibrada con el medio ambiente, esto es, usa en general los recursos (materiales y energéticos) según la capacidad de la naturaleza para producirlos y asimila los residuos generados. Este equilibrio se basa en dos pilares:

Por un lado, el empleo de materiales disponibles locales, no-procesados, y que no se convierten en residuos tras la demolición (materiales naturales que pueden volver al medio: tierra compactada, adobe, madera). Y, en este contexto de respeto entre construcción y entorno, tenemos en segundo lugar, el uso de tipologías tradicionales (1) que se han ido desarrollando y optimizando durante siglos. Sus estructuras se basan en las formas económicas locales y las exigencias de aprovechamiento, teniendo en cuenta la disponibilidad de los materiales de construcción y las condiciones climáticas del lugar, que redundan en los sistemas de control del confort térmico a través de los sistemas de acondicionamiento pasivo: compacidad, inercia térmica de los cerramientos, patios, sombras, color, ventilación, agua.

(1) Shittich, Cristian (ed.). *Arquitectura solar*. Detail, 2003, p. 17

Pero esta relación de equilibrio de la construcción con el medio se descompensó con las nuevas formas de producción y consumo que se extendieron con la Revolución Industrial y la arquitectura dejó de ser sostenible.

La relativa continuidad de los sistemas tradicionales no impidió que el arte de construir sufriera transformaciones durante este período, ni tampoco la aparición de nuevos problemas. Según Leonardo Benévolo se pueden resumir en tres puntos los principales cambios: *“Primero, la revolución industrial modifica la técnica constructiva, si bien de modo menos aparente que en otros sectores. Los materiales tradicionales (...) son trabajados de manera más racional y distribuidos más libremente; a éstos se unen nuevos materiales (...) En segundo lugar, aumentan las cantidades puestas en juego (...) desarrollo de canales y carreteras: el aumento de la población y las migraciones de un*

lugar a otro exigen la construcción de nuevas viviendas, en número nunca visto hasta entonces (...) (edificios públicos mayores, nuevas tipologías, edificios e instalaciones para la nueva economía industrial –fábricas, almacenes, puertos-). Por último, los edificios y las instalaciones, englobados en la mutación de la economía capitalista, alcanzan un significado bastante distinto al que tenían en el pasado. (...) antes, los objetos, modificados muy lentamente, podían considerarse, de hecho, inmóviles, pero hoy las exigencias funcionales más concretas y la costumbre de hacer previsiones económicas incluso a largo plazo no permiten que se mantenga tal aproximación (...). Mientras un edificio era considerado como de duración indefinida y el solar quedaba utilizado de modo estable, su valor quedaba, por así decir, incorporado al del edificio; pero si consideramos limitada la vida del edificio, el solar adquiere un valor económico independiente, variable según las circunstancias, y si la edificación sufre cambios lo bastante frecuentes, nace un mercado del suelo". (1)

Desde principios del siglo XIX, con el uso de los nuevos materiales y los medios técnicos disponibles, se intensifica la construcción de infraestructuras (carreteras, canales, puentes con frecuencia con enorme luz). Y a principios del XX aparece una nueva tipología que pone a prueba las nuevas técnicas: la construcción en altura. Avanza entonces la investigación con nuevos materiales, como el hierro y la fundición, intentando aprovechar al máximo sus posibilidades, y el perfeccionamiento de los tradicionales, como la madera y la piedra.

(1) Benévolo, Leonardo. Historia de la arquitectura moderna. GG, 7ª ed.1994 (edición original 1960), capítulo 1 revolución industrial y arquitectura, p.28

La influencia de la arquitectura del Movimiento Moderno

La aparición del estilo Internacional implicaba una universalidad de enfoque en la construcción que en general favorecía a la técnica del peso ligero, los materiales sintéticos modernos y las partes modulares estándar, a fin de facilitar la fabricación y la edificación (1). Como regla general, se tendía a una flexibilidad hipotética del plano libre y con este objetivo se prefería la construcción a base de armazón que a la obra de ladrillo.

El despegue técnico del siglo pasado provocó cambios tales que no fue fácil prever sus consecuencias. En el caso de la arquitectura, el resultado fue una forma totalmente nueva de construir (caracterizada por la pérdida de masividad y el aumento de la superficie acristalada) que alteró la forma y comportamiento de los edificios.

(1) Frampton K. Historia crítica de la arquitectura moderna. GG 3ªed.1987 (1ªed.1981), p.252

La crisis de la energía de 1973

Desde los 70, la población del Planeta se ve obligada a tomar conciencia científica del equilibrio necesario que debe existir en la delgada capa de la biosfera terrestre para que la vida siga evolucionando en su seno (1). Los motivos fundamentales se basan en varios aspectos. En cuanto a la fragilidad del planeta están la llegada del hombre a la Luna (julio de 1969), y la visión real del 'planeta azul' desde la árida luna; así como los 'escáneres' realizados por los satélites de exploración y observación terrestre, que comienzan a ofrecer ingentes cantidades de datos, denunciando el grave estado de esquilmación en que se encuentra el Planeta.

En cuanto a los sistemas de comunicación está el nacimiento y desarrollo de la 'aldea global' de Mc Luhan, donde los 'mass-media' unifican y comunican vía satélite los cinco continentes de manera simultánea (2).

(1) Reyes González, José Miguel. Tendencias actuales de los proyectos de arquitectura doméstica fabricados con sistemas de construcción por componentes compatibles. Tesis doctoral UPM 1998

(2) El término 'aldea global' busca describir las consecuencias socioculturales de la comunicación, inmediata y mundial de todo tipo de información, lo que posibilitan y estimulan los medios electrónicos de comunicación. Sugiere que, en especial, ver y oír permanentemente personas y hechos -como si se estuviera en el momento y lugar donde ocurren- revive las condiciones de vida de una pequeña aldea: percibimos como cotidianos hechos y personas que tal vez sean muy distantes en el espacio o incluso el tiempo, y olvidamos que esa información es parcial y fue elegida entre una infinidad de contenidos. El término fue acuñado por el sociólogo canadiense Marshall McLuhan, en los '60

Y respecto a la falta de petróleo está la guerra de los 7 días, que pone en peligro la producción petrolífera árabe a favor de Occidente. Es a partir de la crisis del petróleo de 1973, cuando la Organización de los Países Exportadores de Petróleo Árabes anunció que suspendía las exportaciones de crudo a los estados que habían apoyado a Israel durante la guerra del Yom Kippur (1). La Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), por su parte, acordó utilizar su influencia sobre la fijación del precio para cuadruplicar su valor. A partir de ello en algunos países industrializados se desencadenó un desabastecimiento y un aumento en el precio de los derivados del petróleo sin precedentes que, con graves repercusiones en la economía debido a la disminución del ritmo de la producción, ayudó a poner en tela de juicio al modelo de desarrollo basado en el consumo ilimitado de la energía fósil (2).

(1) Waden, Gerardo, La sostenibilidad en la arquitectura industrializada. La construcción modular aplicada a la vivienda, Tesis doctoral, UPC 2009

(2) Definición 'energía fósil' del manual de Françoise-Hélène Jourda: La expresión energía fósil designa una energía obtenida a partir de combustibles fósiles. Un combustible fósil es un combustible producido a partir de la fosilización de plantas vivas: petróleo, gas natural y carbón. Estos combustibles son limitados y no renovables a la escala temporal del hombre. Son una reserva de carbono en estado sólido oculta bajo la corteza terrestre.

Fue entonces cuando los arquitectos vivieron un primer aviso sobre la situación, una llamada de atención. Cundió el pánico, pero ante la aparición de la 'primera crisis de la energía', Europa la afronta de manera crítica y responsable (los primeros 'verdes' aparecen en la RFA). Los gobiernos comienzan a realizar recortes de presupuestos. Se

comienzan a hacer las primeras reconversiones industriales, se firman pactos sociales, se comienza la investigación sobre las energías alternativas y se desarrollan sistemas de ahorro energético.

En este contexto, España comienza a regular la calidad de la edificación de vivienda, en relación entre otros aspectos con el aislamiento térmico: NBE-CT-79, actualmente derogada por el actual CTE-DB-HE.

Sensibilidad ambiental

La preocupación por el medio ambiente, surgida en el mundo occidental desarrollado en los años 70 y en principio vinculada a la ecología, se ampliará pronto a cualquier ámbito relacionado con la acción humana. Ya hemos comentado que la primera definición de 'sostenibilidad' no se tiene hasta finales de los 80: *"Un desarrollo sostenible satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas propias"*. Esta primera definición coincide con la segunda acepción que hace la RAE del término sostenible: *"2. adj. Especialmente en ecología y economía, que se puede mantener durante largo tiempo sin agotar los recursos o causar grave daño al medio ambiente"*.

Respecto al problema de la construcción y la energía, Fuller fue un precursor. Busca el máximo beneficio humano con el mínimo gasto de energía y materiales, el mínimo peso para la máxima eficiencia. Fuller trataba de lograr más con menos y la progresiva desmaterialización de los procesos generada por el progreso tecnológico (1).

Debido a la situación de alarma social que el problema de los recursos y la contaminación están creando, la sociedad se está ocupando de reconducir nuestro trabajo y replantear la relación entre arquitectura y entorno, que es también plantearse el problema del consumo de energía (2). Mejorar la eficiencia en el sector de la edificación es clave para reducir el consumo de energía. La emergente sensibilidad ecológica también ha puesto de manifiesto los conflictos ambientales derivados de nuestra forma de construir, sabemos que alrededor del 40% de la energía consumida está directamente vinculada a construir y habitar nuestros edificios, y que un % significativo del consumo de materias primas están directamente ligadas a la edificación (3). En nuestro país, una vivienda consume anualmente, de media, unos 120 kWh por m², y emite unos 25 kg de CO₂ equivalente por m² para uso cotidiano, mientras que construirla representa la emisión de unos 1.000 kg de CO₂/m² adicionales.

Además, es un sector con un período de reposición extremadamente lento, lo que hace que las mejoras en las nuevas construcciones tarden mucho tiempo en generalizarse al conjunto del parque edificado (4).

(1) Fernández Lorenzo, Pablo. La casa abierta. Tesis doctoral UPM 2012

(2) Ramón Araujo. El edificio como intercambiador de energía. Tectónica 28 Energía (I) fundamentos

(3) Pich-Aguilera y otros. La arquitectura residencial como una realidad industrial, tres ejemplos recientes. Informes de la construcción 60, oct-dic 2008

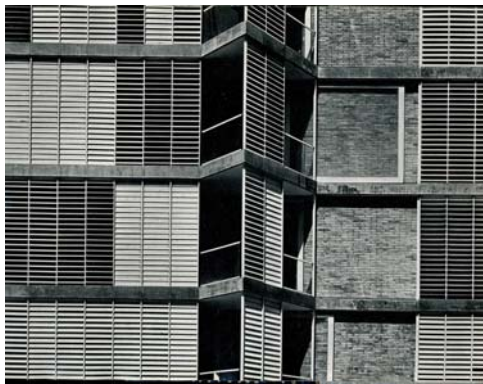
(4) Sabaté Picasó, Joan. Energía y edificación: cooperación 'versus' autosuficiencia. Mètode: Revista de difusió de la Investigació, N. 73, 2012 (Ejemplar dedicado a: La fuerza del mundo: La energía en la era postindustrial)

2. DISEÑO EFICIENTE

Diseño energético moderno

En el diseño energético, hay que buscar una sensibilidad por soluciones que optimicen el comportamiento de los edificios (acondicionamiento pasivo, regionalismo crítico). En general, ya el racionalismo, o muchas de sus vertientes, fueron muy conscientes de que había que encontrar una nueva estrategia de diseño energético, acorde a la nueva forma de construir: pensar en la importancia atribuida a la orientación, ajardinamiento, ventilación e iluminación natural, elección de materiales, etc. (1)

(1) Ramón Araujo. El edificio como intercambiador de energía. Tectónica 28 Energía (I) fundamentos



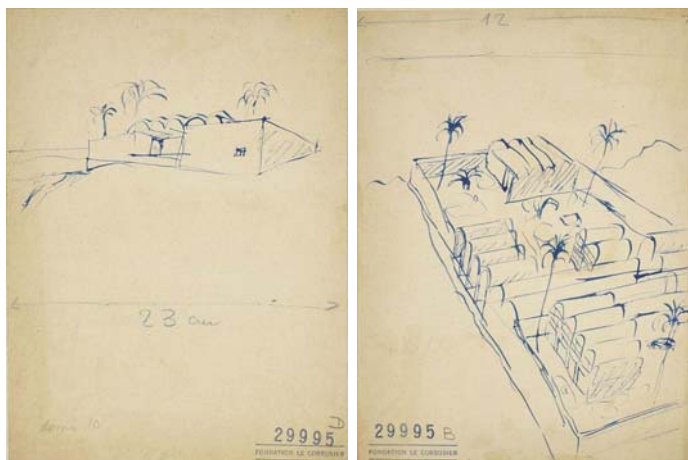
J.A. Coderch, viviendas en Joan Sebastian Bach, 1957

Pero a pesar de esto, el coste del desarrollo moderno necesitaba un mayor consumo de energía. Porque el progresivo aligeramiento, la generalización de los grandes acristalamientos y el abandono de tantas soluciones tradicionales, generaron un comportamiento energético que no alcanzó a conocerse ni dominarse. En general, el nuevo sistema constructivo implantado no llega a plantear una nueva estrategia energética en sustitución de la tradicional, y se opta por el recurso fácil de una mayor producción de energía.

La arquitectura que busca la tipología energética óptima deberá tener en cuenta las condiciones climáticas del lugar. Deberá ofrecer una adaptación al medio, una protección pasiva, una relación sensible de lo construido con su entorno (sol, agua y viento) para crear unas condiciones que mejoren de forma pasiva sus condiciones básicas de habitabilidad.

Es necesario realizar una búsqueda de las arquitecturas tradicionales, de las tipologías y mecanismos o artilugios climáticos que nos llevan a la compacidad, a los patios y a las sombras. Como ejemplos podemos destacar:

-La residencia Peyrissac, en el interior de un dominio agrícola cerca de Cherchell en Argelia. Le Corbusier, 1942.



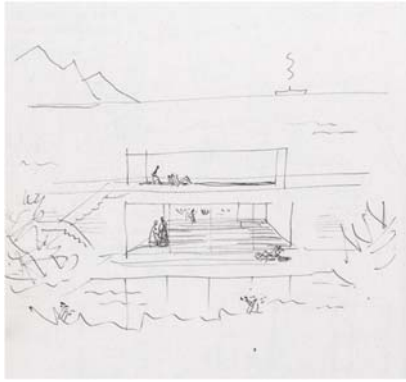
Residencia en el interior de un dominio agrícola, Le Corbusier. Los bocetos se plantean siguiendo tipologías tradicionales

-La Ciutat de Repós i Vacances, Barcelona (España). GATCPAC 1931-1938.



La Ciutat de Repós i Vacances (1931-1938), GATCPAC. Dibujo e imagen de inserción en el entorno

-Las casas en Alcudia de Alejandro de la Sota, 1984.



Casas en Alcudia, Alejandro de la Sota



Toldo y piscina

Iñaki Ábalos en su libro "La buena vida" escribe lo siguiente de esta obra (1):

"Es difícil, por ejemplo, entrar en las casas de Alcudia sin sentir la brisa y el placer de las sombras y contraluces tras las celosías; sin pensar en cómo, frente al aire inmaculado moderno, esta casa es una verdadera máquina de activar el aire fresco y umbrío de las construcciones rurales tradicionales".

(1) Ábalos, Iñaki. La buena vida. Gustavo Gili, 2001, p.178

Hasta la arquitectura más alineada con el estilo internacional tiene que contaminarse y perder abstracción cuando entra en contacto con los climas. Los arquitectos más comprometidos con la visualidad abstracta del movimiento moderno, cuando operan en entornos climáticos muy caracterizados, si son sensibles, acaban incorporando artilugios que tienen mucho de vernáculo, como por ejemplo Le Corbusier que usa terrazas y brise-soleils en el entorno mediterráneo y otros tipos de celosías en la India. Tras la defensa inicial de los materiales industriales, y buscando esta mezcla de estos nuevos componentes con los materiales vernáculos (como las bóvedas cerámicas, cubiertas con tierra sembrada de césped, muros mampostería) en algunos proyectos, hubo un momento en que se empezaba a aceptar la idea de que los materiales no industriales iban a continuar siendo generosamente utilizados en la construcción, y de que ello no significaba necesariamente una regresión (1).

(1) Frampton, Kenneth. Le Corbusier. Akal Arquitectura, p.100

Como ejemplos podemos citar:

- Casa de fin de semana La Celle-Saint-Cloud 1935.
- Casa Jaloul en Neuilly-sur-Seine 1952.
- Cabanon de Cap-Martin 1951-52. Le Corbusier.



Cabanon, Le Corbusier. Exterior e interior del pabellón

Le Corbusier a veces justificaba los métodos primitivos adoptados con el argumento de la situación retirada del emplazamiento, pero esta justificación no era siempre aplicable; eran obras innovadoras por su búsqueda de una tecnología intermedia que debía permitir a los hombres combinar técnicas primitivas y evolucionadas según sus necesidades y recursos.

Por otra parte, las cabañas diseñadas por Le Corbusier o Erskine para uso propio, también reflejan el interés por una cuestión que, en el momento de su formulación, parecía menor: la realización de un espacio único, económico y funcional, dotado de un componente de prefabricación, pero también de materialidad del lugar. Este tipo de propuestas pueden y deben ser recuperadas como fuente de sugerencias a incorporar en el debate de la vivienda prefabricada. (1)

(1) Guerra Hoyos, Carmen. Habitar y tecnología en la vivienda prefabricada contemporánea. Proyecto, Progreso, Arquitectura. Nú 4 'Montajes habitados. Vivienda, prefabricación e intención', 2012, pp. 16-33

Respuestas a la universalización, el regionalismo crítico

Incluso más allá de estas respuestas puntuales sensibles al entorno de la arquitectura del movimiento moderno, a partir de la segunda guerra mundial se identifica la aparición de una serie de escuelas regionales en las que entran en contacto arquitectura moderna e identidad cultural, que K. Frampton asocia al término "regionalismo crítico". (1)

(1) Frampton, Kenneth. Historia crítica de la arquitectura moderna, tercera parte, capítulo 5

Entre los diversos factores que contribuyen a la emergencia de un regionalismo de esta clase será no sólo una cierta prosperidad, sino también una especie de consenso anti-centrista: una aspiración de tener por lo menos una forma de independencia cultural, económica y social. Es comprensible que en Europa, donde los vestigios de la ciudad-estado estaban aún bastante vivos, tal impulso regionalista surgiese de forma espontánea en la posguerra, cuando un cierto número de arquitectos significativos tuvo la oportunidad de contribuir a la cultura de sus ciudades natales. La fuerza de la cultura

provincial reside en su capacidad de condensar el potencial artístico y crítico de una región asimilando y reinterpretando al mismo tiempo las influencias de fuera. Como ejemplos tenemos a arquitectos como: Utzon en Dinamarca; Sostres, Bohigas y Coderch en Cataluña; Siza en Portugal; Raimund Abraham en Austria y Estados Unidos; Luis Barragán en México; Mario Botta en Suiza; o Tadao Ando en Japón.

En relación del contacto de esta arquitectura con el medio, K. Frampton cita: *“Tiende a tratar todas las aperturas como delicadas zonas de transición con una capacidad de respuesta frente a las condiciones específicas impuestas por el emplazamiento, el clima y la luz (...). Es sensible ante percepciones complementarias tales como los distintos niveles de iluminación, sensaciones ambientales de frío, calor, humedad y movimiento del aire”*.

Sin embargo en España, arquitectos como Coderch, Asís Cabrero, Aburto, Sáenz de Oiza o Fernández del Amo llevaban grabados los principios del diseño de acuerdo a los recursos como un estigma, consecuencia de haberse formado y desarrollado en un país en el que éstos no sobraban en la década de los cuarenta y cincuenta (1). Ejemplos ya desarrollados en el capítulo de la vivienda social en España.

(1) Ramón Araujo. El edificio como intercambiador de energía. Tectónica 28 Energía (I) fundamentos

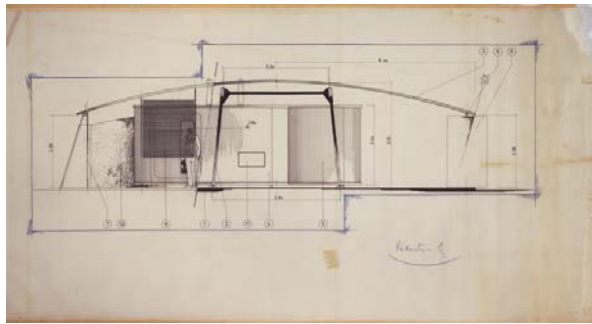
Antecedentes (clásicos) de prefabricación sostenible

Prouvé desarrolló para las colonias francesas en África uno de sus mejores trabajos de prefabricación. En 1949 diseñó su Maison Tropicale, como un prototipo para una serie de casas fáciles de montar, con las que Prouvé pretendía demostrar que las construcciones prefabricadas, aparte de su rapidez de construcción, también podían llegar a adaptarse mejor que las construcciones autóctonas al clima extremo. La construcción incorporaba una segunda envoltura que se encargaba de la refrigeración adicional de la célula interior mediante una abertura en la cubierta, a modo de chimenea, que posibilitaba la circulación continua de aire. Los muros exteriores permitían una amplia apertura por medio de cinco puertas correderas en sus laterales, y de grandes puertas de doble hoja en los frentes. Aunque estas puertas estuvieran cerradas, la luz y el aire penetraban en el interior de la casa a través de los orificios redondos practicados en ellas. Este prototipo es un avance en los estudios sobre ventilación adaptada al clima tropical.



Maison Tropicale, Prouvé

En la Maison Saharienne de 1958, Prouvé ofrece espacios adaptados al clima de los países donde trabajan las grandes firmas petroleras. Un gran parasol ventilado protege los habitáculos funcionales climatizados y su entorno próximo del sol. El confort de la vivienda se concentra en la calidad del acondicionamiento interior de las células.



Maison Saharienne, Prouvé

3. PROTECCIÓN PASIVA, DISEÑO

La protección solar de los huecos

Luis Barragán comentaba sobre la luz en la arquitectura: *“Los arquitectos se están olvidando de la necesidad de los seres humanos de la media luz, la clase de luz que impone tranquilidad, en sus salones y en sus dormitorios. Aproximadamente la mitad del cristal que se utiliza en tantos edificios (tanto viviendas como oficinas) tendría que ser eliminado para obtener la calidad de luz que le permite a uno vivir y trabajar de una manera más concentrada (...).”* (1)

(1)Cita de Luis Barragán. Kenneth Frampton, Historia crítica de la arquitectura moderna, p.323

La consideración de la protección solar, así como otros condicionantes del medio, tiene una incidencia importante en la forma de la arquitectura. La primera consecuencia debe ser la relación del edificio con cada una de las orientaciones de manera diferenciada, y la disposición de espacios intermedios de control del contacto interior-exterior. Estos son condicionantes relacionados con el emplazamiento, la volumetría, la

fragmentación, o la distribución de los espacios. En nuestro entorno, la orientación que permite un mayor soleamiento es al sur en la que además, para evitar ganancias térmicas en verano, la protección de los huecos es más fácil que en las orientaciones este y oeste por el alto ángulo de incidencia del sol.

Avanzando sobre estas primeras y determinantes decisiones, se debe plantear el proyecto de los huecos del edificio, e inevitablemente (en nuestro contexto) su protección solar adecuada. Pero esta protección para evitar el calor, debe dar respuesta también a algunas necesidades que podrían ser de alguna forma incompatibles con ella: el aporte de calor en épocas frías (ganancia térmica), la visión correcta del exterior, y el control de los niveles de iluminación interior. Según esto, se entienden mejores las soluciones de protección de huecos que puedan orientarse, e incluso retirarse cuando sea necesario. (Imagen protección tradicional)

Según Ignacio Paricio, las estrategias de protección de los huecos frente al sol pueden clasificarse en tres tipos, de los que resultan imágenes del edificio diferentes: las cajas de lamas, los edificios espejo, y las cajas dentro de cajas. (1)

1. Las cajas de lamas. El uso del vidrio se ha ampliado mucho en todo tipo de edificios, una vez superadas técnicamente las restricciones de la arquitectura tradicional, y puede llegar a cubrir la piel por completo. En ese caso extremo, la protección solar en forma de lamas debería envolver el edificio, como una segunda piel. Esta envolvente de protección puede situarse directamente sobre la fachada vidriada, o separarse de ella configurando un espacio que sirva para amortiguar el contacto con el exterior. Además las lamas pueden colocarse en direcciones diferentes y con mecanismos de control de la orientación por sectores, con lo que se podría responder de manera diferenciada tanto a las distintas orientaciones de las fachadas, como al uso que se tenga en los locales interiores (con distintas calidades e intensidad de luz).

Tradicionalmente, en el clima mediterráneo se han utilizado otras protecciones solares, que son igualmente válidas, como es el caso de la arquitectura textil. La protección solar a base de simples toldos enrollables.

Las otras dos estrategias planteadas, que a continuación se describen de modo breve, tienen que ver con la tecnología de los vidrios y los elementos auxiliares que pueden acompañar a las carpinterías, ambos en continua evolución.

2. Los edificios espejo. Son edificios acristalados que usan la protección de los huecos con materiales muy reflectantes, que permiten a la vez entrada de luz natural y la visión

del exterior. Los mecanismos que usan la reflexión funcionan bien en las dos disposiciones, exterior e interior, y van desde cortinas tradicionales de color claro al interior, hasta cortinillas con la cara exterior protegida con un film de aluminio y motorizadas dentro de la cámara de aire de un bloque de vidrio aislante.

3. Las cajas dentro de cajas. Son lamas orientables dentro de la cámara del vidrio aislante, motorizadas.

Pero en estos casos, el calor acumulado en las lamas, el producido por la radiación absorbida que no es reflejada ni transmitida, se irradia hacia los vidrios y su evacuación es difícil por el conocido efecto invernadero. La evacuación de esa energía térmica, hacia el exterior en verano y hacia el interior en invierno, se puede realizar con muchas soluciones interesantes de dobles carpinterías y elementos de protección intermedios que no necesitan ningún alarde tecnológico.

(1) Ignacio Paricio. La protección solar. Ed. Bisagra, 1997, p.56

Construcción sin inercia

La construcción mural tradicional usaba la inercia térmica de su masa como mecanismo de control térmico. En invierno, los muros al sol se calientan y, si se controlan las pérdidas por ventilación, devuelven ese calor al interior. En verano, durante el día el aire interior se calienta más rápidamente que los muros, que pueden absorber calor y reducir la temperatura; pero para que el mecanismo funcione, es necesario que por la noche descienda significativamente la temperatura de esta envolvente masiva. Sin embargo, los sistemas que funcionan con inercia térmica son difícilmente regulables, y nunca dan respuesta inmediata.

Las construcciones con gran inercia térmica siguen por esto encontrando todavía justificación en entornos en los que el control de las condiciones de habitabilidad de las viviendas es compatible con el tipo de vida, y las condiciones del entorno permiten la ventilación nocturna, como los entornos rurales.

Es por esto que se duda de su eficacia en la construcción actual (1), con usos intermitentes y necesidad de respuesta inmediata, y en entornos urbanos densos, en los que la temperatura no baja por la noche de forma significativa y no es fácil conseguir una buena ventilación. Sin embargo, esta respuesta inmediata necesita de un aporte de energía extra para climatizar los espacios, por lo que lo ideal es usar envolventes con una inercia térmica media o sistemas alternativos.

(1) Como respuesta al frío, el comportamiento del sistema sí es más estable. La vuelta a los grandes espesores está hoy de moda en Centroeuropa para recuperar los ciclos térmicos del muro. Araujo Ramón. El edificio como intercambiador de energía, Tectónica 28

Espacios amortiguadores

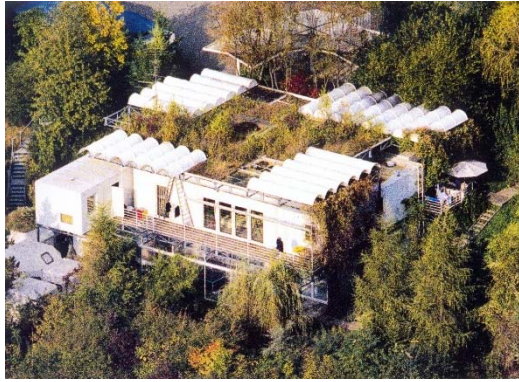
Pueden entenderse dentro de nuestra tradición cultural de una arquitectura entreabierta, como son las galerías de acceso a las antiguas corralas protegidas bien con toldos o bien con vegetación. Actualmente tenemos las rehabilitaciones de edificios realizadas por Lacaton & Vassal como la torre Bois-le-Prêtre en París: la estrategia principal de la intervención consiste en la creación de una nueva piel para todo el edificio, formada por una franja perimetral que cubre la antigua fachada con una sucesión de terrazas y galerías acristaladas (*jardins d'hiver*) dispuestas delante de cada una de las viviendas, lo que incrementa de manera considerable la iluminación natural de las mismas y supone un aumento de superficie, además de una forma de amortiguar la radiación solar.

Como sistema de espacio amortiguador también está la cubierta independiente de protección sobre un edificio. Como antecedente está la *Maison Tropicale*, de Prouvé, diseñada para los ingenieros franceses empleados en el Congo al final de los años cuarenta. En ella encontramos elementos característicos de la obra de Prouvé, tales como los soportes de la cubierta en forma de U invertida, sobre los cuales apoyan las vigas y la pieza distintiva de ventilación sobre dicha cobertura. En ella una cámara de aire favorece el acondicionamiento a los cambios de temperatura producidos por el clima propio de la zona tropical (para la que fue creada).



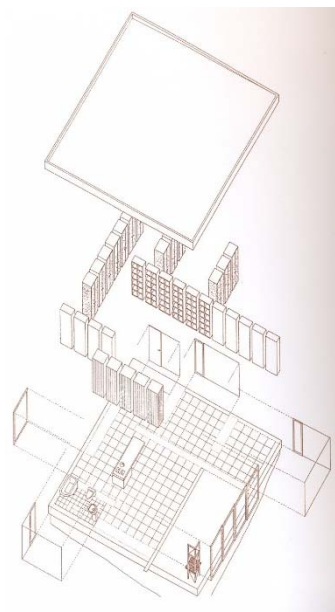
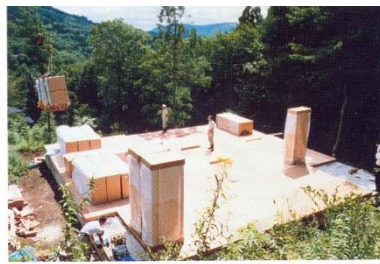
Maison Tropicale, Prouvé

Podemos destacar también TBS tropical building system 1976-77. El TBS es un sistema de construcción para el trópico desarrollado por Frank Hunster y Peter Hübner, basado en la *Maison Tropicale*. En realidad actúa como un pequeño edificio frigorífico (porque para soportar los 50° exteriores está climatizado con grupos electrógenos) bajo un gran parasol.



TBS tropical building system, Huster y Hübner. Cubierta de protección

Como elemento amortiguador están también los muebles, como en la Furniture House, 1995, de Shigeru Ban. La construcción consta de un sistema de armarios de pared y librerías a la altura de techo que funcionan no solo como muebles sino también como muros portantes. Estos módulos prefabricados en un taller de muebles se alinean a pie de obra para formar paredes, posteriormente se unen en la parte superior mediante un soporte de madera y se apuntalan horizontalmente con planchas de madera contrachapada.

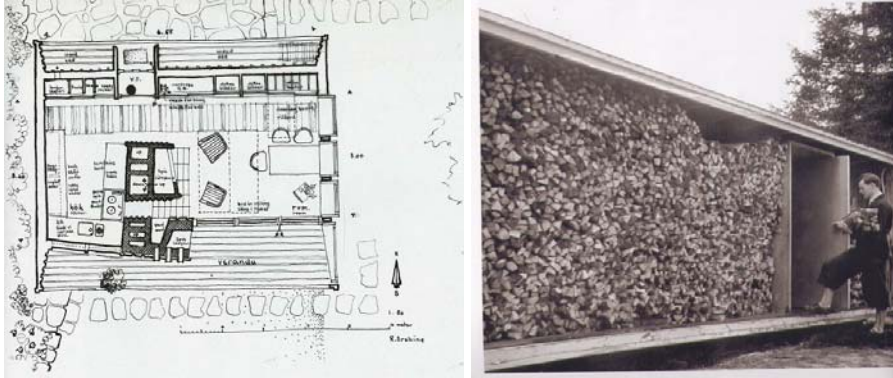


Furniture House, Shigeru Ban. Fases de montaje, y esquema

También podemos usar muros equipados como The box de Ralf Erskine, 1942, en Suecia. Sobre 'The box', Pablo Fernández Lorenzo cita lo siguiente: *"La orientación solar ordena las fachadas. La fachada sur está acristalada, con una terraza volada que proporciona un bonito mirador. La fachada norte se concibe en cambio completamente cerrada e incorpora, en su cara interior, un armario corrido. En la cara exterior de esta fachada se apilan los troncos de madera para la chimenea, de modo que la suma del muro, el armario y la leña genera un gran aislamiento. La fachada este cuenta con una*

ventana corrida. (...)El diseño de la casa trataba de encontrar respuestas directas a los condicionantes climáticos del lugar, incorporando modernos sistemas tecnológicos a la arquitectura vernácula. The Box es por ello un valioso ejemplo de arquitectura sostenible”.

(1) Fernández Lorenzo, Pablo. La casa abierta. Tesis doctoral UPM 2012



The box, Ralf Erskine

Otros factores

La compacidad: un buen factor de forma busca reducir la superficie en contacto con el exterior para disminuir las necesidades de climatización, con menos ganancias térmicas en verano y menos pérdidas en invierno.

La ventilación: es necesario un adecuado control de las corrientes de aire, bien por el tipo de clima, cálido o húmedo, bien por estaciones, invierno o verano, y también si es de día o de noche. El flujo del aire a través de las estancias puede permitir un efecto refrigerante directo. Esta ventilación puede conseguirse bien con doubles fachadas enfrentadas en diferentes orientaciones o bien con la introducción de un elemento tan tradicional como es el patio.

Así Raymond cita lo siguiente sobre la casa tradicional japonesa: “La casa japonesa

herméticamente cerrada al exterior, con el interior dividido en habitaciones. En verano, quitando contraventanas, ventanas, puertas y particiones de papel, la casa se convierte en nada más que un pabellón abierto a todos los vientos”. (1)

(1)Rayond, Antonín. Antonín Raymond: his work in Japan 1920-1935. Cita tomada de: Martín Hernández, Manuel. La casa en la arquitectura moderna. Reverté, 2014

La humedad: el control de la humedad relativa también tiene un efecto de bienestar inmediato sobre los usuarios, siendo entre el 45 y 50% la óptima. En los ambientes de humedad ambiente elevada es necesario aumentar la velocidad del aire de ventilación para la disminución de la humedad. Así son características las casas elevadas en climas tropicales, donde las construcciones sobre palafitos ayudan a una mayor exposición a

las brisas. Ejemplos de estas construcciones son las viviendas de Glenn Murcutt y de Sean Godsell en Australia.

En climas más secos puede ser interesante la introducción del agua dentro de las edificaciones para aumentar la humedad del ambiente, o bien la utilización de la lámina de agua como elemento compositivo como en la Casa Gilardi (1976) en México de Luis Barragán, donde la piscina-estar-comedor es el espacio central de la casa.

El patio como regulador térmico: El patio es un elemento característico de la arquitectura tradicional mediterránea, en el que se consigue crear unas buenas condiciones microclimáticas. El efecto atemperante de los espacios de transición se debe al juego de interacciones termomecánicas entre las paredes sólidas y el aire que circula en ellos. Básicamente este efecto se debe a que el aire frío es más denso que el caliente, por lo que el primero tiende a permanecer cerca del suelo. Este efecto se prolonga en el tiempo debido al confinamiento del aire que tiene lugar en este tipo de espacios. El contacto prolongado entre el aire fresco y las paredes hace que éstas tiendan a refrescarse.

La casa patio, (1) alrededor de la que ha girado gran parte del urbanismo mediterráneo, es un espléndido ejemplo de control de la energía. De construcción masiva (frecuentemente de materiales pétreos recogidos en un área próxima, adobe o cerámica, y los mismos materiales, o más frecuentemente madera en forjados y cubiertas) son conocidos sus mecanismos de control pasivo del clima: inercia térmica de la masa mural, ventilación de las cubiertas, ventilación cruzada entre fachadas y patio, control del soleamiento (mediante pocos huecos exteriores, aleros y soportales, uso de la vegetación, etc.)

(1) Ramón Araujo. El edificio como intercambiador de energía. Tectónica 28 Energía (I) fundamentos

El patio

“El segundo pregón era al mediodía, en el verano. La vela estaba echada sobre el patio, manteniendo la casa en fresca penumbra. La puerta entornada de la calle apenas dejaba penetrar en el zaguán un eco de luz. Sonaba el agua de la fuente adormecida bajo su sombra de hojas verdes. Qué grato en la dejadez del mediodía estival, en la somnolencia del ambiente, balancearse sobre la mecedora de rejilla. Todo era ligero, flotante; el mundo, como una pompa de jabón giraba frágil, irisado, irreal”.

Cernuda, Luis. Fragmento de Pregones, en Ocnos, 1942

El patio es un elemento arquitectónico estrechamente vinculado a nuestra cultura, ligado al Mediterráneo, donde surgió por la necesidad de adaptación de los habitantes

al territorio y al clima, asumiendo, además, funciones religiosas y sociales (1). A lo largo de la historia, la arquitectura ha ido modificando los usos y valores de los patios, desde la pequeña casa doméstica, los patios vecinales hasta los patios de manzana, introduciéndose siempre en el interior del consolidado tejido urbano, aportando siempre mayor luminosidad y ventilación a los edificios.

(1) Elena Morató: Resumen de Patios y jardines mediterráneos

Son múltiples las casas y edificios de nuestras ciudades en las que aparece el patio como un medio habitual que organiza la forma de la vivienda. El patio ha ido desarrollándose en los distintos lugares con las determinaciones de las diferentes culturas, de modo que ha conseguido distinta relevancia en la arquitectura.

Sin embargo a día de hoy la importancia que ha alcanzado el patio en nuestra historia, nos lleva a reflexionar en una arquitectura moderna la posibilidad de adaptación de la "idea del patio". El patio no es solo un vacío interior, se ha convertido en una figura moldeable, que se va adecuando y labrando a las distintas pretensiones, así como otorgando buenas soluciones espaciales que asimilan las diversas peticiones e intenciones arquitectónicas. Numerosos son los arquitectos que a lo largo del siglo XX que han ido innovando en el concepto del patio así como en su delimitación, como Mies y Le Corbusier.

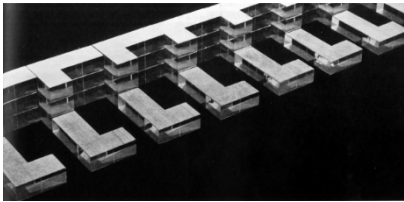
Como ejemplos en los que se quiere incorporar el patio como elemento industrializado tenemos el módulo Hele de Rafael Leoz, que utiliza esa forma en L porque es la que posibilita la concepción de un patio interior como elemento resultante de cuatro elementos cuadrados industrializados. También podemos citar el patio de la Casa Patio 2.12 donde se reinterpreta el patio tradicional como elemento de ensamblaje de elementos prefabricados.

En la casa tradicional sevillana, un patio reproduce en el interior lo urbano a modo de plaza o claustro, con autonomía de la calle. El patio de las casas privadas, corral de las colectivas, es el escenario de la vida de sus moradores (1). Como ejemplo están las viviendas de Doña María Coronel en Sevilla de Cruz y Ortiz, donde el patio en forma de riñón se adapta sutilmente a los encuentros con las medianeras.

(1) Torres, Francisco y Barrionuevo Ferrer, Antonio Jesús. El tipo de casa patio. 2c: construcción de la ciudad, Nº 11, 1978

Más allá de esa adecuación del patio a la vivienda moderna, el patio frecuentemente por su carácter centralizador ha sido considerado el germen de muchos edificios. El patio en la vivienda constituye un espacio, un lugar en la vivienda del cual se vive, respira y percibe la luz de un modo diferente. Es por ello que ese espacio, como lugar de respiro y recreación en la vivienda le ha dotado una permanencia en toda la

historia. En conclusión, en la reinterpretación del patio se podría entender como un “mecanismo formal delimitador que encierra un lugar”.



1. Leoz, Rafael. Módulo HELE

2. Cruz y Ortiz arquitectos. Viviendas calle María Coronel, Sevilla. Año 1976

El patio moderno

Martí Aris realiza la siguiente distinción entre el pabellón y el patio como elementos de la arquitectura moderna: *“El pabellón y el patio son dos principios arquitectónicos supuestamente opuestos; el pabellón se basa en la formación de un techo y tiende a la extroversión. El patio se basa en la formación de un recinto y busca la introversión. Sin embargo, estos principios no son excluyentes, pueden aparecer juntos y actuar de un modo complementario.*

(...) En su reducción más esencial, el patio se identifica con un muro que delimita un lugar mientras que el pabellón se asimila a un techo que protege y expande la visión lateral. El patio es una estancia sin techo. Suele ser un espacio central, nuclear, al que vierten las demás habitaciones y donde se establece la relación entre todas ellas”.

(1) Martí Aris, Carles. Pabellón y patio, elementos de la arquitectura moderna. DEARQ revista de arquitectura Universidad de los Andes Colombia, nº2, 2008, pp.16-27

El patio moderno, además de ser usado como elemento arquitectónico que nos ayuda en la protección pasiva ecológica se ha usado también como estrategia de diseño en la arquitectura del Movimiento Moderno. Podemos tener diferentes planteamientos:

- Mies van der Rohe (en relación a la casa Hubbe en Magdeburgo, 1935) quiere arraigar la casa en el lugar, y para hacerlo se envuelve y se protege con fragmentos de muros cuya misión es establecer una mediación de la casa con el mundo exterior.

- La casa con tres patios (1934) se forma a partir de un muro que define un ámbito interior de 21x34m, clausurado en todo su perímetro, con excepción de la puerta de acceso. En ese recinto se inscribe un techo en forma de T que da lugar a tres patios de diferentes dimensiones. Los patios y las estancias se funden en un solo espacio y la casa se identifica con el propio recinto. Es la antítesis de la casa Farnsworth, que se concibe como un pabellón, siguiendo la anterior definición de Martí Aris.

-Le Corbusier. La casa es un paseo arquitectónico que se inicia en la planta sobre pilotis y culmina en el toit-jardin que asume la condición de patio. Así ocurre por ejemplo en la casa Citrohan de Stuttgart, de 1927. La terraza, que ocupa la mitad de la superficie de la planta, propone una forma volumétrica que, en parte, la asemeja a un patio, valorando su dimensión cenital.

-Otros casos como la Casa Cook 1926, o la villa Stein de Monzie 1927, es un proceso que culmina con la villa Saboya, construida en Poissy en 1931, cuya configuración permite hablar de un patio dentro de un pabellón. Es un lugar abierto cenitalmente y bien delimitado lateralmente al que se abren algunas de las piezas más importantes de la casa. Es un ejemplo de patio moderno, a pesar de que estamos hablando de uno de los ejemplos más rotundos de pabellón que ha dado la arquitectura del siglo XX.

La terraza

Para describir la terraza como nuevo elemento arquitectónico que nos relaciona con el medio circundante podemos exponer la cita de Gonzalo Díaz Recasens: *“La terraza es un medio de incorporar la naturaleza a la arquitectura, nos permite establecer nuevas relaciones; con ella tenemos una visión de lo horizontal, del medio natural donde se construye. Es lo contrapuesto a la apertura cenital, a la visión y esperanza depositada en el cielo que el atrio romano, a modo de templo doméstico, permitía. El papel que el patio jugaba en la cultura mediterránea, que desde sus más ancestrales momentos mira al cielo, permítanme decir, es debido a que en él encuentra la explicación de su existencia y viene a ser ahora sustituido por la terraza. En la observación, estudio y manipulación del medio natural, se busca la ciencia, el progreso de la razón y la cultura. El hombre no mira ya al cielo, medio ajeno y sobrenatural, sino a su propio medio físico, donde vive y del que se nutre”*.

(1)Díaz y Recasens, Gonzalo. Recurrencia y herencia del patio en el Movimiento Moderno. Edit. Universidad de Sevilla y Consejería de Obras Públicas y Transportes, 1992

La terraza puede ser usada como elemento semiexterior de conexión con el medio circundante que nos rodea y a la vez como espacio amortiguador de control térmico sobre el que colocamos la segunda piel de lamas o de elementos textiles. Si es continua puede ser también una enfilade arquitectónica que nos une perimetralmente todas las estancias de la vivienda.

Otra estrategia de diseño de terraza estaría más en relación con un jardín individual, en la idea de los Inmuebles Villa de Le Corbusier, con una vivienda muy relacionada con un patio-terraza exterior en la tradición de las viviendas unifamiliares de tradición nórdica como las viviendas de Fredesborg o las Kingo houses en Helsingor de Utzon.

4. EN RELACIÓN A LOS MATERIALES: CERRAR EL CICLO

“Aunque el Movimiento Moderno consolidó la construcción con esqueleto independiente y cerramientos ligeros, optó decididamente por el hormigón armado, lo que alejó muchas de sus experiencias de una industrialización real”. (1)

(1) Azpilicueta Enrique, y Araujo Ramón. El mito industrial. Tectónica 38 Industrialización, 2012, pp.4-19

Los problemas del uso del hormigón

Desde la finalización de la segunda guerra mundial (1945) en toda Europa se ha construido masiva y fundamentalmente en hormigón. Las estructuras de hormigón cumplirán su ciclo de vida, unas porque fallarán y otras, la mayoría, porque habrán cumplido la función económica para la que fueron concebidas. En ese momento nos encontraremos ante la última fase, la de reintegración, donde la mayoría tendrán que ser demolidas, un proceso tolerable cuando el número de edificios sobre los que se efectúa esta operación es pequeño, pero al ser tal la cantidad, el proceso se vuelve inaceptable debido al elevado grado de recursos que demanda y a la contaminación medioambiental que produce.

Aunque la producción en cantidades significativas de hormigón se remonta a principios del siglo pasado, no ha sido hasta los años setenta cuando ha comenzado a hacerse notar una producción de grandes volúmenes de desechos de hormigón, que ha crecido de una manera importante, tanto es así que ya se plantean abiertamente conceptos como la utilización de áridos reciclables, no sólo en países como Holanda con gran escasez de áridos, sino también ya en países como España.

En búsqueda de materiales sostenibles

En un proceso de producción industrializado, que puede buscar en mayor o menor medida la prefabricación, los materiales son procesados en taller con unas determinadas características técnicas. Tenemos, por tanto, un amplio abanico de materiales donde elegir y que cada uno de ellos responderá mejor que otros a los ambientes donde se vayan a implantar. Posteriormente se ensamblan para formar piezas compatibles de mayor o menor escala, y de la construcción se pasa al montaje, y por tanto, de la automatización del proceso se deriva una independencia del contexto y sus materiales, que no influirían necesariamente en la configuración del espacio habitable (1). Este proceso industrializado nos permite elegir el tipo de material que preste las características técnicas que necesitemos, pero debemos tener como meta la

búsqueda de materiales de menor peso en un diseño sostenible (implica menor consumo de combustible en los transportes, menor huella ecológica, etc.). Sin embargo, esta elección del material de acuerdo al binomio prestaciones-peso resulta a veces demasiado reductiva.

En general, la arquitectura moderna ha optado por la elección de los materiales de mayores prestaciones con el objetivo general de aligerar la construcción. La construcción de esqueleto es más ligera que la mural, y la de acero más que la de hormigón armado; los cerramientos especializados pesan menos que los tradicionales de fábrica, los aislamientos plásticos aíslan más que los materiales naturales, etc. (2)

En la misma línea se debe entender la opción por la industrialización frente a la construcción artesanal: los procesos industriales implican optimización de las soluciones, control de los procesos y de nuevo reducción en el peso.

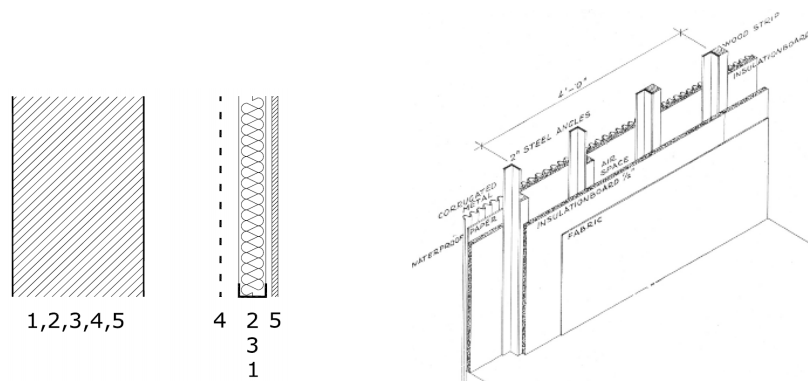
(1) Guerra Hoyos, Carmen, PPA 6

(2) Ramón Araujo. El edificio como intercambiador de energía. Tectónica 28 Energía (I) fundamentos

La especialización (optimización) de los materiales

Uno de los principales caminos que hemos adoptado para dar respuesta a los requerimientos de la sostenibilidad en la arquitectura ha sido el de la eficiencia, también en el uso de los materiales, pero en ocasiones con una visión a corto plazo.

Si tomamos el camino de la 'especialización' u 'optimización' de los elementos constructivos sabemos que limitamos el número de 'utilidades' que le podemos dar y por lo tanto limitamos también su potencial de reutilización. El elemento dará una respuesta óptima a las prestaciones solicitadas pero será incapaz de dar respuesta a nuevos usos.



1. Cerramiento tradicional frente a cerramiento multicapa especializado, esquema. Requerimientos básicos: 1 estabilidad, 2 aislamiento térmico, 3 aislamiento acústico, 4 estanqueidad, 5 fuego

2. Cerramiento ligero de la Aluminaire House

En la construcción tradicional frente al cerramiento especializado, un material 'general' tiene muchas propiedades frente a uno más especializado, cada material aporta dos o tres propiedades al conjunto: resistencia, inercia térmica, aislamiento térmico, impermeabilización, acabado exterior, acabado interior y otros. Esto permite que cada una de las partes de un elemento especializado pueda tener más ciclos de vida porque están contruidos con determinados materiales que tienen diferentes posibilidades de reutilización. El panorama de reciclaje al que se enfrentan es mayor.

Como ejemplo clásico de arquitectura con elementos especializados tenemos la Aluminaire House, Nueva York, Albert Frey 1930-31. Con estructura de aluminio y acero, y paneles exteriores de aluminio.

Consumo energético en la producción

Los materiales de mayores prestaciones (más transformados o artificiales) como metales y plásticos, tienen un alto consumo energético por unidad de peso, frente al inferior de otros como la cerámica, hormigón y sobre todo madera. Lo mismo ocurre con las emisiones al medio ambiente. Son de nuevo aquellos materiales que requieren mínimos procesos de transformación y que además son renovables (como el adobe o las maderas) los más 'sostenibles' frente a que aquellos que requieren complejos procesos térmicos o químicos. (1)

En cuanto al transporte, el recorrido de las distancias entre el procesado de las materias primas, elaboración y montaje en obra, hacen que el ciclo productivo de los elementos constructivos tengan hoy un ámbito prácticamente universal. En este ciclo hay que tener en cuenta también que el peso del material es directamente proporcional al consumo de combustible fósil. Todo esto, junto al análisis del proceso de reciclado y reutilización configura el 'ciclo de vida' de los materiales y elementos constructivos, análisis que va imponiéndose en las diferentes áreas de la producción industrial.

Los nuevos materiales compensan su alto coste energético con soluciones muy aligeradas, mientras los materiales masivos de bajo coste energético requieren generalmente mayores volúmenes y pesos en los elementos, de modo que pierden sus ventajas, en el ciclo de vida. Los nuevos materiales ofrecen una mayor versatilidad a largo plazo por dos razones: su ligereza de peso y su descomposición en diferentes componentes, que permiten una más fácil reutilización.

(1) Ramón Araujo. El edificio como intercambiador de energía. Tectónica 28 Energía (I) fundamentos

La madera (y otros materiales naturales)

La madera es el material de mayores prestaciones desde el punto de vista de la energía (1), pues su transformación no requiere apenas consumo en comparación con otros materiales, además es renovable y sus prestaciones son muy elevadas: hay recordar que relacionando resistencia y peso, la madera permite estructuras más ligeras que el acero. Por último, en su reciclado y reutilización es imbatible. Así que no es de extrañar la variedad de experiencias de construcción de madera que se están desarrollando.

En países en los que su disponibilidad es grande, la madera ha tenido un papel importante en los procesos constructivos tradicionales (USA, países nórdicos). También cuentan con una industria asociada, y están mejorando sus sistemas; en estos entornos hay muchas experiencias en la prefabricación en madera. Sin embargo, en España no se cuenta con este recurso para trabajar a escalas importantes.

(1) Ramón Araujo. El edificio como intercambiador de energía. Tectónica 28 Energía (I) fundamentos, p.12

Existe una gran experiencia y bibliografía sobre construcciones en madera bajo el modelo de la autoconstrucción: ya sea en versión individual o comunitaria. El modelo Self Build parece llevar implícito el desarrollo urbano de baja densidad -ciudad jardín-, donde un número reducido de viviendas ocupan una gran cantidad de terreno virgen, con el coste añadido en construcción de infraestructuras necesarias y el consumo asociado de recursos. El reto parece estar en llevar el modelo al nivel colectivo, generando proyectos que combinen la vivienda aislada con vivienda en altura –vivienda colectiva-, bien sea como intervenciones de acupuntura urbana en zonas consolidadas provistas ya de servicios o actuaciones a mayor escala, que incluyan el desarrollo de servicios básicos y dotaciones como parte del proyecto. Para ello es necesario utilizar la madera bajo otros sistemas constructivos en las que ofrezca mayores prestaciones estructurales como son los paneles estructurales o la madera laminada.

Paneles estructurales de madera laminada

La prefabricación en madera permite las ventajas de todo sistema constructivo prefabricado como es el montaje exacto de edificios con mejores terminaciones y acabados, excelentes plazos de construcción, menor afección a los vecinos, y reducción de los accidentes laborales, pero además aportan un alto nivel de aislamiento térmico y acústico, y representan un sistema constructivo sostenible y respetuoso con el medio ambiente, pues la edificación reduce drásticamente la huella de CO₂.

En su fabricación los paneles están formados por tablas de madera encoladas por capas y cruzadas entre las mismas, siempre en número impar. Se forman planchadas de tablas del espesor que corresponda, juntadas con presión lateral sin cola. Se extiende una lámina de cola en toda la superficie de la madera, se vuelve a colocar una segunda planchada en sentido transversal (90° respecto a la precedente), se vuelve a extender una nueva lámina de cola y se vuelve a colocar una nueva capa de madera. Una vez colocadas todas las capas de madera se procede al prensado. El número de planchadas de madera es de tres, cinco o siete, pero pueden ampliarse hasta formar el panel completo del espesor definido en el proyecto.

Entre las ventajas se encuentran las siguientes:

-Excelencia estática: La alta capacidad de carga con un peso propio bajo permite dimensionar componentes delgados para grandes vanos, ofreciendo más espacio con las mismas medidas externas. Permite forjados sin descuelgues, importantes voladizos y muros de carga funcionando como vigas, lo que permite eliminar gran parte de los pilares.

-Óptimas resistencia térmica y acústica: Tiene un gran aislamiento térmico gracias a que posee un λ de $0,14\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. También posee excelentes características acústicas. La madera permite buenas atenuaciones acústicas al ruido aéreo y de impacto gracias a su buena rigidez dinámica. También posee un alto coeficiente de absorción acústica, al tener estructura porosa.

-Rapidez de montaje: El alto grado de prefabricación conlleva tiempos de obra más cortos. Los distintos componentes se analizan y fabrican en líneas de control numérico, minimizándose los errores y tiempos muertos en obra. La consiguiente racionalización de mano de obra y una mejor administración de los gremios producen una reducción de los costos de construcción.



Montaje de vivienda con paneles estructurales de madera laminada

Existen productos elaborados de producción industrial entre los que podemos destacar los cerramientos multicapa ligeros, de altas prestaciones (incluso a veces equipados con muebles). En estos cerramientos tecnificados, (1) el perfeccionamiento técnico y la industrialización de la envoltura son hoy objeto de innovación constante, pues una parte importante de la investigación en arquitectura se dedica al desarrollo de pieles cada vez más versátiles en sus prestaciones. Desde el aislamiento, a la captación de la energía, o a la expresión de información, la materialidad de la capa tecnificada que envuelve nuestros espacios se renueva con una más que evidente aceleración.

Entre los ejemplos podemos citar los ya mencionados Casa Aluminaire de Albert Frey de 1931, hecha en estructura de acero, revestimiento de aluminio acanalado reforzado con tableros aislantes estándar o más recientemente el edificio Stadthaus en Murray Grove en Londres, proyectado por el estudio de arquitectura de Waugh Thistleton Architects en 2009 y con la colaboración del fabricante de paneles estructural de madera KLH es el edificio de viviendas realizado en madera más alto del mundo con nueve pisos.

(1) Guerra Hoyos, Carmen. Montajes habitados: vivienda, prefabricación e intención. PPA N_6, pp.16-33

Materiales y técnicas locales

En ayuda al desarrollo en países no occidentales se pueden utilizar materiales y técnicas locales, como en la Soe ker Tie House, Tailandia, 2009, realizada con cerramientos en bambú y cubierta de chapa de aluminio mini onda. (1)

(1) Prefab houses Taschen, p.368

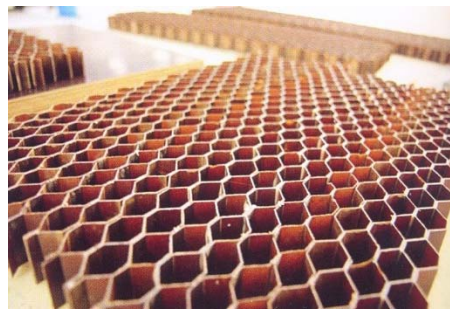


Soe ker Tie House, Tyin Tegnestue Architects. El bambú es muy utilizado en la región

También pueden ser compuestos naturales reciclables como la Universal World House: con estructura tipo panal de abeja, a partir de una celulosa impregnada. Se produce para sustituir a las chabolas de chapa ondulada de los barrios de miseria.

Lo que hace que la casa sea tan barata es su material: en los nuevos paneles Swiss-Cell (registrados) se recurre a la celulosa impregnada que mediante un procedimiento

especial bajo alta presión y elevadas temperaturas se transforma en unas estructuras delgadas de 5cm, extremadamente estables y ligeras que además son impermeables. También la producción de paneles se hace sobre el terreno, a fin de reducir al máximo los gastos de transporte y, al mismo tiempo, crear puestos de trabajo, lo que contribuye a una sostenibilidad social. La empresa suministra las materias primas y exporta las cadenas automatizadas de producción necesarias, también como unidades de producción móviles. Es además un material reciclable: *“Para la fabricación de una Universal World House basta el material que proporciona un árbol. Ha de mantenerse 50 años y se puede reciclar en sus totalidad”*.



Universal World House, Dirk Donath. Con cerramientos de un material nuevo

La construcción responsable. Las posibilidades de la prefabricación, ventajas.

Desde la crisis del petróleo en año 1973, se produce un cambio de paradigma en la razón de ser en el empleo de la prefabricación, dejando a un lado el competir en costes con la construcción tradicional (que considera únicamente los costes asociados al proceso constructivo y que finaliza con la entrega de llaves al cliente) para considerar la prefabricación como la mejor alternativa con la que obtener unas prestaciones superiores y un ahorro global considerable, teniendo en cuenta los menores costes energéticos y de mantenimiento durante la vida útil del inmueble.

Hay un cambio en cuanto al concepto de calidad: de la prefabricación para abaratar costes de construcción frente a sistemas tradicionales y mano de obra barata (cuando hacía falta ‘cantidad’ de viviendas), se pasa a la prefabricación para obtener altas prestaciones y un notable ahorro global durante toda la vida útil del inmueble (ahora que hace falta ‘calidad’ en las viviendas).

Por otra parte, ya hemos expresado que la sostenibilidad está ya aceptada como una premisa más de proyecto en el caso de la edificación. Así Françoise-Hélène Jourda expresa lo siguiente: *“La arquitectura sostenible no es ni una cuestión de estilo ni de*

soluciones técnicas (...) se puede describir como un enfoque responsable hacia la tarea de construir. La sostenibilidad toca todos los aspectos de diseño: un acto con implicaciones sociales, económicas y ecológicas”.

Últimamente la sostenibilidad del planeta obliga a reflexionar sobre aspectos relacionados con la sostenibilidad del proceso edificatorio en todo su ciclo de vida, siendo la durabilidad un criterio clave en combinación con el reciclaje de desechos de la construcción. Se entiende que la industrialización, así como la prefabricación, se convierten en una línea que puede incidir positivamente en la mejora de la sostenibilidad de la edificación, porque mejora la calidad de las viviendas con técnicas de construcción racionalizadas que vayan eliminando progresivamente los procesos artesanales y optimizando al mismo tiempo los plazos de ejecución.

Hoy en día, los abanderados de la revolución ‘eco- arquitectónica’ son ciertos países del centro y el norte de Europa (Alemania y países escandinavos) que poseen una fuerte mentalidad ecológica y una normativa más exigente. Es en estos países donde los sistemas prefabricados modulares se han establecido con mayor difusión; tratándose de productos de alta calidad, diseñados con unos altos estándares de eficiencia energética y en cuya fabricación se ha contribuido a un equilibrio medioambiental, ya que se controla la generación de residuos y de emisiones contaminantes.

Esto nos lleva a pensar que, en nuestro país, los sistemas constructivos deberían evolucionar en la combinación de un conjunto de conceptos que están relacionados entre sí y que nos llevan a una industrialización de los sistemas:

1. Reducción de la materia prima implicada (que también quiere decir mínimo peso dentro de una franja tipológica determinada).
2. Reducción de las emisiones de CO₂ tanto en la fabricación como en la logística de su transporte, puesta en obra y vida útil.
3. Reducción del coste no sólo en términos económicos sino también sociales. Es decir, sistemas cada vez más fiables y más seguros con una contención en el precio como consecuencia de una mayor eficacia productiva.
4. Versatilidad del propio sistema.

La huella ecológica y el ciclo de vida

La huella ecológica (1) en la construcción es un término que hoy se ha ampliado y extendido al ciclo de vida: concepto desarrollado por W. Rees y M. Wackernagel en 1996 y expresa “la cantidad de tierra productiva de la biosfera que es necesario afectar para producir un determinado recurso y absorber los residuos que se generan en su ciclo

de vida". Esto nos lleva a la extracción y elaboración de materiales con menos necesidad de energía, reducir la cantidad de residuos generados, para aumentar la eficiencia de las instalaciones y bajar el gasto.

(1) La huella ecológica se utiliza para medir el impacto de las actividades productivas, de la construcción, de la ganadería, de la extracción de materias primas o de la utilización de objetos. Mide la intensidad del impacto de estas actividades sobre el planeta, el ecosistema y el biotopo. El desarrollo sostenible tiene como objetivo reducir al máximo, o incluso reabsorber, la huella ecológica de nuestras actividades (Definición de Françoise-Hélène Jourda, en Pequeño manual del proyecto sostenible)

En cuanto a la edificación, la 'sostenibilidad' debe ser tomada en cuenta en todos los hitos del ciclo de vida del edificio, desde su concepción y puesta en obra, al uso o la demolición. Los materiales han evolucionado para mejorar su comportamiento (más resistencia, durabilidad, ligereza,...). Pero ahora la idea de sostenibilidad incluye este concepto de 'huella ecológica', que amplía las exigencias de los materiales a todos los procesos asociados a su ciclo de vida, desde obtención y proceso, a reutilización y reciclaje.

Françoise-Hélène Jourda define el ciclo de vida de un edificio como una descomposición en fases de la totalidad de la vida del mismo, desde su concepción a su derribo. La finalización de un ciclo de vida significa, por lo general, el inicio de uno nuevo. Se distinguen cinco fases: concepción, construcción, explotación, renovación y destrucción:

- Concepción: fase en la cual se plantea la necesidad de responder a una necesidad social.
- Construcción: en la cual se proyecta y se ejecuta la obra que ha de dar respuesta a las necesidades planteadas.
- Explotación: es el periodo de servicio de la construcción, e incluye el mantenimiento.
- Renovación: para poder incluir mejoras, concepto asociado a la reutilización.
- Destrucción: es la fase en la que la estructura ha cumplido su vida útil (y debe ser reciclado).

Re.duce / Re.use / Re.cycle

R1. Reduce

Este concepto va asociado a la mentalidad de construir más con menos. Sinónimo de optimizar y aprovechar todos los recursos técnicos de los materiales: menores secciones en los perfiles y estructuras y también menor peso de los materiales utilizados. Esto nos lleva a pensar siempre en una construcción en seco como la que mejor comportamiento tendrá en el futuro.

La construcción en seco implica eliminar el uso del hormigón en lo posible, utilizar sistemas alternativos estructurales como el acero o la madera, usar sistemas de cerramientos formados por componentes estandarizados que posteriormente tendrán una mejor descomposición en piezas y por tanto una mayor vida útil o ciclo de vida.

R2. Reutiliza

Existen tres niveles de reutilización, diferentes escenarios del final de vida de una edificación (1):

1. La reutilización de materiales empleados.
2. La reutilización de componentes.
3. O la reutilización del edificio o su reubicación.

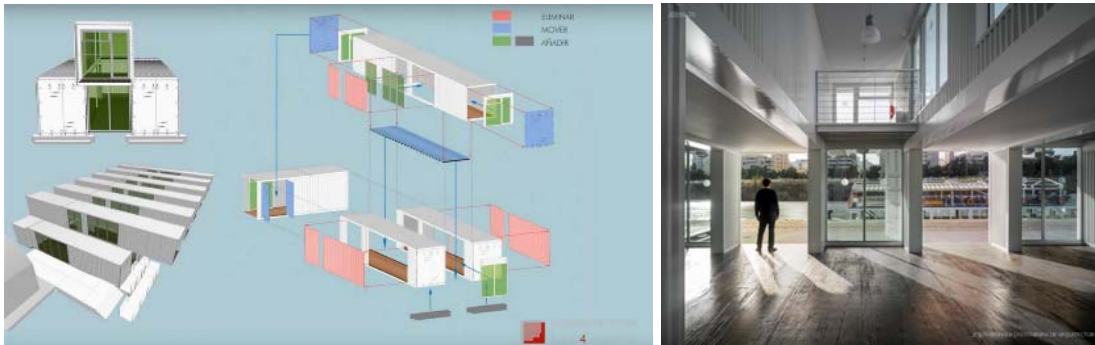
(1) Saiz Sánchez, Pablo. La Casa industrializada, seis propuestas para este milenio. Tesis doctoral UPM 2016

Reutilización de contenedores:

Como claro ejemplo de la reutilización de materiales tenemos los edificios modulares formados por la reutilización de contenedores de transporte (que van quedando fuera de uso) (1). Estos están regulados bajo normas ISO de transporte internacional, y son rehabilitados para su uso en edificación. La caja de un módulo de transporte posee gran resistencia estructural (pueden apilarse hasta 12 niveles), de modo que su reconversión en espacios habitables no necesita refuerzos estructurales (excepto si son necesarias muchas perforaciones). Es necesario la apertura de huecos para carpinterías, incorporación de aislamiento térmico y revestimientos interiores, y dotación de instalaciones. Son módulos muy baratos, pero si están deteriorados y hay que repararlos puede ser mucho el esfuerzo-coste de adaptación y no está claro si compensan.

(1)Wadel, Gerardo. La sostenibilidad en la arquitectura industrializada, la construcción modular aplicada a la vivienda. Tesis doctoral UPC 2009

Como ejemplo de contenedores reutilizados está la Terminal de cruceros del puerto de Sevilla (2013) diseñada por Hombre de piedra y Buró 4 arquitectura, con la colaboración de Tercera Piel Arquitectura y Construcciones Cabello, y el hotel I-Sleep de Luis de Garrido, realizado en 2008, que el autor lo denomina como el primer hotel low-cost bioclimático, desmontable y trasladable del mundo.



Hombre de piedra y Buró 4 arquitectura. Terminal de cruceros del puerto de Sevilla, 2013



Hotel I-Sleep, de Luis de Garrido

R3. Recicla

El reciclaje está relacionado con la construcción en seco y el ciclo de vida de cada uno de los materiales utilizados en su construcción. La construcción en seco implica la utilización de sistemas constructivos con poca masividad, muy tecnificados y formados por diferentes componentes, que pueden ser reciclados completamente tras su desmontaje. Es una nueva mentalidad: cambio “de la cuna a la tumba” por “de la cuna a la cuna”.

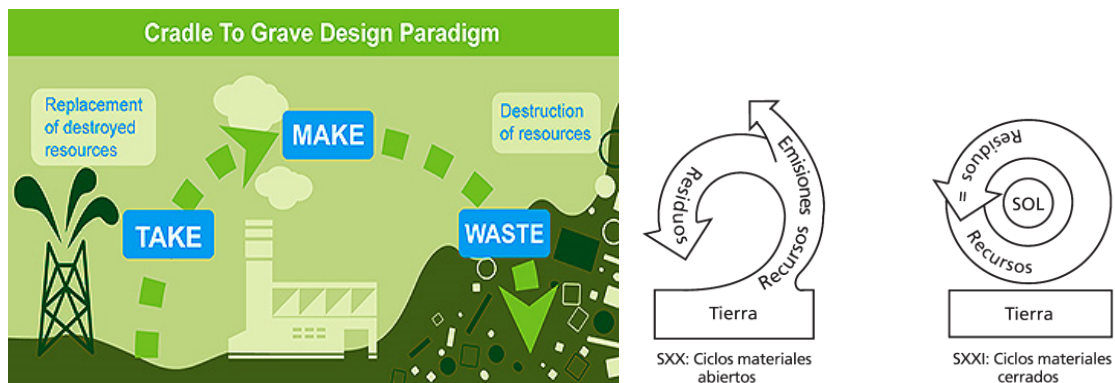
Actualmente existe un desequilibrio ambiental, asociado al término “decrecimiento económico”. (1) Existen estrategias paliativas o de disminución del problema pero el enfoque definitivo debería ser el de las estrategias definitivas y la neutralización del problema. La arquitectura se materializa a través de la construcción que, al igual que otras industrias, se basa en un modelo productivo dominante lineal cuyo origen se remonta a la revolución industrial. Hasta entonces la sociedad usaba, en general, los recursos según la capacidad de la naturaleza para producirlos y asimilar los residuos generados.

Este modelo productivo dominante puede sintetizarse en la siguiente secuencia lineal: extracción – fabricación – uso – residuo (todo producto se convertirá en residuo).

(1)Wadel G. y otros. La sostenibilidad en la arquitectura industrializada: cerrando el ciclo de los materiales. Informes de la construcción vol.62, nº517, 2010, pp.37-51

Decrecimiento económico: Es una corriente de pensamiento político, económico y social que, con diferencias y matices, es impulsada por economistas como S. Latouche y J. Martínez Alier, que sostiene que el crecimiento infinito en el que se

basa el razonamiento estándar de la economía, es incompatible con un mundo de recursos limitado y que por tanto no puede soportarse. El decrecimiento económico propone el desacoplamiento de las nociones de calidad de vida y progreso respecto del aumento de la producción y el consumo que implica el crecimiento económico, bajo la forma de una opción voluntaria por una sociedad de decrecimiento. El objetivo es evitar el retroceso dramático al que conduce el agotamiento de los recursos naturales y la generación de residuos en constante crecimiento, asociada de manera indisoluble al modelo económico vigente a escala global.



1. El modelo tradicional lineal, de la cuna a la tumba 'cradle to grave'
2. Cambio propuesto de ciclos materiales abiertos a ciclos materiales cerrados, esquema

Es necesario buscar un modelo productivo alternativo (todo vuelve a la Tierra): el cierre de los ciclos materiales. Hay que eliminar la palabra residuo y sustituirla por la palabra recurso. Así, el modelo productivo resultante no es ya lineal sino cíclico y responde a la siguiente secuencia:

reciclaje – fabricación – uso - reciclaje

Cierre de ciclo de los materiales

La producción de materiales y elementos constructivos implica extracción, producción, transporte, demolición y reutilización, y en todas las fases de este proceso se altera el entorno, se consume energía y se produce contaminación. Para poder llegar a ese cierre del ciclo, es necesario el uso de materiales reciclados o reciclables, así como reutilizados y reutilizables. Estos materiales y elementos que logran optimizar su ciclo de vida se van etiquetando como "ecomateriales" (1).

(1) Araujo, Ramón. Tectónica 28

Arquitectura desechable vs. Arquitectura retornable (2): Frente a los ciclos abiertos de extracción-manipulación-uso-residuo propios de la construcción tradicional, la casa industrializada establece ciclos cerrados permitiendo el paso de la extracción-manipulación-uso-reutilización.

La arquitectura tradicional es una arquitectura desechable, aunque sus ciclos de producción-residuo sean largos, la construcción tradicional no concibe la finalización de la vida útil. Las viviendas son construidas para durar siendo fieles a la fírmata vitrubiana, los arquitectos no pensamos que algún día nuestras viviendas dejarán de funcionar y deberán ser desechadas.

No contemplar esta cuestión desde el principio desemboca en una gran montaña de escombros de difícil reutilización con la demolición de las viviendas. La casa industrializada se opone a esta concepción de durabilidad estableciendo desde el origen una arquitectura retornable gracias a su montaje en seco: edificios desmontables, juntas reversibles, construcción en seco, uniones clipadas o atornilladas, ensamblar, montar, no construir.

(2) Saiz Sánchez, Pablo. La Casa industrializada, seis propuestas para este milenio. Tesis doctoral UPM 2016

Según Gerardo Wadel en su tesis doctoral, si hubiera que restringirse a la condición más importante de un determinado sistema constructivo de cara a establecer la gestión de los materiales dentro de un ciclo cerrado, sería que se mantuviera el control sobre ellos de manera permanente. Esto se lograría determinándolos, según su composición física y su forma de relacionarse con el resto de componentes, de modo tal que una vez utilizados puedan recuperarse y reciclarse totalmente.

Para cerrar el ciclo de los materiales es necesaria la creación de un nuevo sistema de producción, desde cero. O bien detectar qué sectores, empresas, técnicas, formas de gestión, sistemas constructivos, etc., presentan las mejores condiciones de partida y, a partir de ellos, intentar una evolución hacia un nuevo modelo (más fácil de asumir por el sector).

Una opción a tener en cuenta sería pensar en la habitabilidad como “alquiler”, bajo una construcción modular ligera bajo la gestión de arrendamiento. Esto permite al término del contrato que todas las unidades regresen al parque industrial, pudiéndose recuperar los recursos invertidos. Supone un cambio de mentalidad: concebir la habitabilidad como un servicio que la edificación presta, más que como algo que se debe poseer. Un sistema de construcción dinámico, capaz de acompañar la variabilidad de la demanda en cuanto a su localización, sus características espaciales, los tiempos de residencia, la conformación de los grupos sociales que la demandan, etc.

Propuesta de primeras claves para el cierre del ciclo de la edificación: (3)

1. Reducir el número de materiales que conforman el edificio, determinando que sean reciclados, que puedan reciclarse y que supongan un bajo impacto ambiental.
2. Disminuir la cantidad de materia por unidad de servicio, incluyendo la consideración de la mochila ecológica.
3. Asegurar que el sistema constructivo permita la sustitución de las partes para hacerlo perfectible, y la deconstrucción total del edificio para recuperar los

materiales básicos empleados (y no una mezcla de ellos como en la construcción tradicional).

4. Establecer que los materiales nunca saldrán del ciclo técnico industrial, es decir que siempre serán gestionados en reciclaje y, a ser posible, empleando en ello energías renovables.

(3)Wadel Gerardo y otros. La sostenibilidad en la arquitectura industrializada: cerrando el ciclo de los materiales. Informes de la construcción vol.62, nº517, 2010, pp.37-51

Como resumen en relación con la sostenibilidad (4), el interés de la construcción modular, de cara a la consideración del cierre de los ciclos materiales en la arquitectura, se centra en el potencial que ésta ofrece para poder mantener los recursos físicos a lo largo de su ciclo de vida dentro de un reciclaje constante que evite la generación de residuos. En tal sentido la posibilidad de trabajar con pocos materiales, optimizar el uso de los mismos, reducir y controlar los residuos en fábrica y, finalmente, recuperar los materiales al final de la vida útil del edificio son sus principales ventajas.

(4) Wadel, Gerardo. La sostenibilidad en la arquitectura industrializada, la construcción modular aplicada a la vivienda. Tesis doctoral UPC 2009

5. INSTALACIONES Y EFICIENCIA

Energía activa

En relación a la tecnología disponible para la producción de energía, tanto a partir de las placas solares (o tubos de vacío) para la producción de agua caliente sanitaria como desde los paneles fotovoltaicos para la producción de energía activa, es necesario aprovechar la gran cantidad de envolvente que poseen los edificios para hacerlos sostenibles.

Por otra parte, desde el Protocolo de Kioto de 1997 existe un control y una nueva mentalidad sobre el consumo de energía en los edificios (1). Según el IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, el consumo de electricidad en la climatización de edificios supone el 12% del total del consumo eléctrico de España, de los que el 2-3% corresponde a los edificios de vivienda y tiene una tendencia creciente.

El Comité ITRE (Industria, investigación y energía) en el Parlamento Europeo prepara establecer para Europa en el 2020, unos mínimos de energías renovables en los edificios para calor y frío.

Una forma de controlar este consumo de energía activa, y hacerlo compatible y viable con la energía activa que en él se produce, es desde el diseño inicial del edificio utilizando todas las medidas pasivas de ahorro energético y de control sobre la

envolvente ya explicadas en capítulos anteriores. Lo óptimo sería llegar a un balance equilibrado entre producción y consumo.

(1)Vv.aa. Proyecto de investigación INVISO: industrialización de viviendas sostenibles. Informes de la Construcción, vol.61, nº513, 2009

Energía solar

España es uno de los países de la Unión Europea con mayor porcentaje de horas solares anuales y sin embargo no es suficientemente consciente de este potencial ni de los beneficios de la energía solar como fuente de energía limpia. Otros países europeos, como Alemania, con una radiación solar muy inferior a la española, ha contado durante años con un mayor número de instalaciones e inversiones en el sector. Desde el año 2004 el Gobierno de España incentivó la inversión en energía solar fotovoltaica (Real Decreto 436 del 2004), primando la inversión a costa de las arcas públicas y haciendo muy rentable la creación de 'huertos solares'. La producción de energía activa y la utilización de sistemas alternativos de producción de agua caliente en los edificios solo es obligatorio desde la entrada en vigor del CTE en 2006. (1)

(1)Belinda Tato. Vivir del sol, Solar Decathlon diecisiete prototipos eficientes. Arquitectura Viva nº130, 2010

Es necesaria una mayor mentalidad entre los arquitectos para la integración de los sistemas solares activos en cerramientos de viviendas. En la búsqueda de esa integración arquitectónica y tecnológica, existe el concurso de viviendas solares denominado Solar Decathlon, original de Estados Unidos y posteriormente exportado a Europa, en el que este doctorando participó en el año 2012 en Madrid con el prototipo Patio 2.12 como ya se ha comentado.

Sun houses

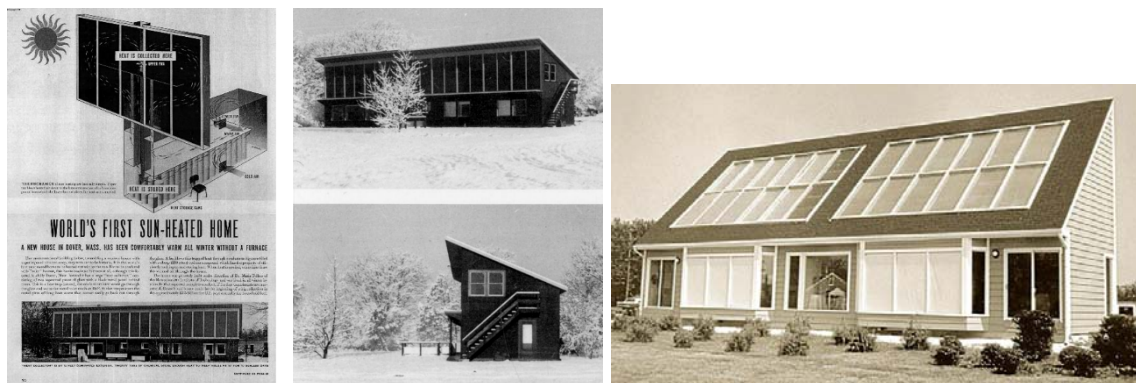
Después de la Segunda Guerra Mundial se despierta en muchos países, entre ellos Estados Unidos, el interés por la energía solar, que adquiere cierto relieve durante la década de los 50. Pero el desarrollo de las renovables estaba directamente relacionado con el precio de los combustibles fósiles y éstos no estaban dispuestos a que les ganaran la partida, por lo que los repuntes de fuentes alternativas solían ir acompañados de agresivas campañas de las grandes industrias extractoras de recursos energéticos para captar clientes.

En esta época de la posguerra se llevaron a cabo interesantes iniciativas y una de las más destacas fue la Dover Sun House (Massachusetts), una innovadora casa, dotada

con colectores solares térmicos y que fue la primera habitada en este país provista de este tipo de energía.

El Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) ya había comenzado unos años antes con su proyecto de viviendas solares, empleando un sistema acumulador térmico, pero el gran avance llegó de la mano de Mária Telkes (1900-1995), conocida como "Sun Queen" (la Reina de Sol), que decidió investigar las propiedades de los materiales que cambian de estado según la temperatura. Esta científica e inventora de origen húngaro utilizó las denominadas sales de Glauber que tienen una capacidad de acumulación de calor siete veces superior al mismo volumen de agua. (1)

(1)Soto Elena. La primera casa solar, elmundo digital 29/04/2016



Eleanor Raymond and Maria Telkes. The Dover Sun House, Dover, MA, 1948

Fachadas inteligentes

La tecnología no solo es necesaria para la producción de energía, también con fachadas inteligentes se puede realizar un control técnico de la luz.

Instituto Mundo Árabe, Jean Nouvel de 1981. Es un edificio, perteneciente a la revolución de la arquitectura francesa de los años ochenta, y se caracteriza por el uso de la tecnología en su fachada para el control de la entrada de la luz natural y además por los simbolismos del mundo musulmán. En el proyecto se retoma el concepto de limitada exposición al exterior y transparencia de la arquitectura árabe y lo potencia con una propuesta altamente tecnológica, lo que permite que el interior goce de un espectacular manejo de la luz. La fachada está compuesta de 240 paneles cuadrados que agrupan 30.000 pequeños diafragmas mecánicos de acero que, conectados a sensores fotosensibles, que se abren y cierran de acuerdo a la intensidad lumínica, y cuya forma se asemeja a los frecuentes patrones encontrados en la arquitectura islámica.

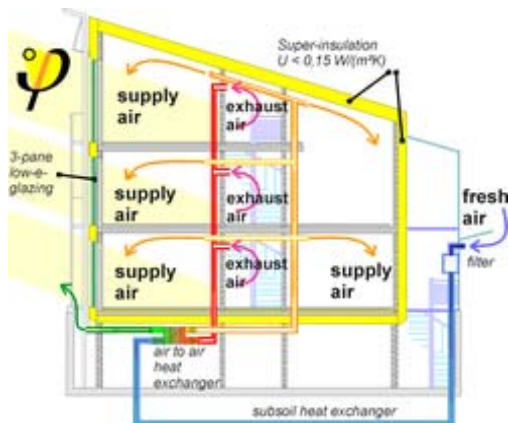


Instituto Mundo Árabe, Nouvel 1981. Detalles de la fachada

Criterios de diseño eficiente, emisiones cero

El Passivhaus, o casa pasiva, es un estándar de construcción nacido en Alemania en 1991 que se ha ido extendiendo por el resto del mundo. Combina un elevado confort interior con un consumo de energía muy bajo y con un sistema de construcción asequible, gracias al máximo cuidado de la envolvente del edificio y a un sistema de ventilación controlada.

Posteriormente nació la Plataforma de Edificación Passivhaus (PEP) que es una asociación que promueve los edificios pasivos de España a través de sus delegaciones y pretende implantar todos sus conocimientos mediante la difusión y formación de los técnicos implicados en el mundo de la construcción.



Esquema de funcionamiento de una vivienda Passivhaus

Instalaciones de aprovechamiento activo

Como ya se ha comentado, para la búsqueda de la sostenibilidad de forma activa, es esencial disponer de instalaciones de aprovechamiento activo, como células fotovoltaicas y colectores solares, tanto para la producción de agua caliente como para calefacción y refrigeración (con sistema invertido). También existen otros mecanismos

de producción de energía como la geotermia o los pozos del subsuelo para el intercambio de energía para la refrigeración.

También es necesario establecer mecanismos de control solar en el interior de las estancias: sensores de luz, temporizadores, detectores de presencia, etc., así como la reutilización de aguas grises y pluviales para el riego, etc.

Entre los ejemplos de este tipo de instalaciones estarían todas las viviendas diseñadas para los concursos de Solar Decathlon.

Ejemplos viviendas de vacaciones autosuficientes

Xavier Monteys realiza la siguiente cita sobre las casi casas en su libro Casa Collage: *“La idea es muy simple: una casa de vacaciones no es necesariamente lo que comúnmente llamamos casa. Las casas de vacaciones suelen tener un programa distinto, son generalmente más pequeñas, más prácticas y sencillas. El programa de estas casas, obligatoriamente debe quedar afectado por las condiciones que exige la vida en v*

existen o son radicalmente distintos; no se trabaja y, si se hace, suele ser en otras cosas. Se quiere disfrutar del aire libre y del contacto con la naturaleza. Por así decirlo, manda el sentido práctico sobre las formas, al igual que con la indumentaria”. Está realizando la siguiente reflexión: una casa de vacaciones no puede ser encargada como reflejo de nuestra vivienda habitual, debe ser más práctica, más acogedora, más cómoda, que recupere su condición de juego o divertimento. En este sentido son muchas las casas de vacaciones que nacen con esta filosofía, son viviendas mínimas, casi casas que son muy autosuficientes para poder insertarlas en cualquier paraje natural. Estas viviendas de vacaciones también serían estudio de una reflexión sobre el poder de ocupación del suelo de manera indiscriminada en cualquier entorno.

Como ejemplo tenemos las Muji-huts. Son casas japonesas prefabricadas de muy pequeño espacio. Existen tres tipos: Muji Cork Hut, con interior en corcho, Muji Aluminum Hut con una huella mínima de ocupación de forma que no necesita permisos legales en Japón para su construcción, y la Muji Wooden Hut diseñada más bien como una cabaña.



Muji Aluminum Hut, y Muji Wooden Hut

Como antecedentes de refugio de vacaciones está la Casa móvil de vacaciones BLPS, de Jean Prouvé, de 1937. (1) Es una casa desmontable, carente de estructura independiente, que se conforma como un ensamblado de paneles metálicos plegados unidos con perfiles de caucho sobre planta cuadrada. En ésta se anticipan los habitáculos nómadas y en sombra de la casa Saharienne.

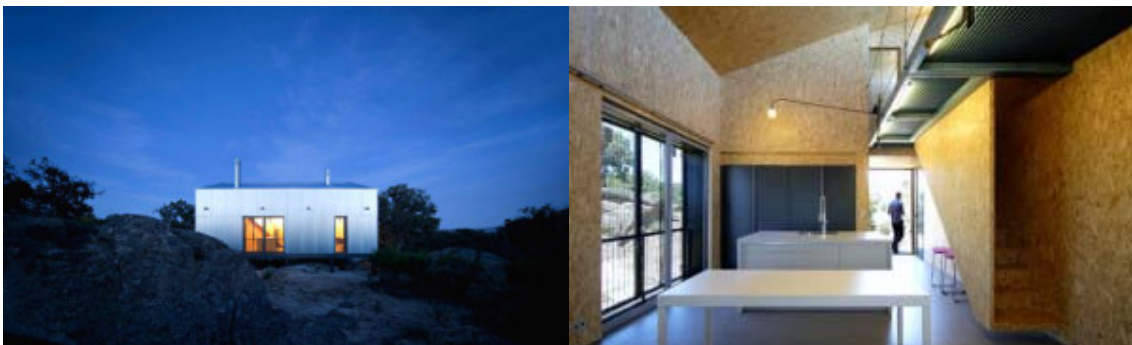


Casa BLPS



Casa Saharienne

Casa Garoza 10.1, Herreros Arquitectos. Muñogalindo (Ávila), 2010.



Casa Garoza, Herreros Arquitectos

Con una superficie útil de 75 m², es un prototipo de vivienda industrializada modular que permite crecimientos y cambios en el tiempo. Todos los sistemas constructivos son en seco. Con ellos se fabrican en taller unidades completas con todos los acabados interiores del tamaño máximo que admite el transporte convencional (3m de ancho, 2'50m de altura, y hasta 12m de longitud).

Únicamente la última capa de la fachada y la cubierta se colocan in situ para asegurar continuidad, solape e impermeabilización de los encuentros. Particiones interiores, almacenajes y mobiliario fijo son incorporados a los paramentos verticales, que alojan instalaciones de gran calidad técnica, domótica y otros elementos personalizados para cada configuración. El conjunto resultante, ofrece calidad, control sobre el tiempo de ejecución, planes de mantenimiento y opciones de crecimiento muy superiores a la construcción tradicional. Los principios de la economía sostenible y el espíritu del reciclaje acompañan todas las decisiones del proyecto.

32 CRITERIOS DE DISEÑO BÁSICOS PARA EL PROYECTO DE LA VIVIENDA INDUSTRIALIZADA EN BLOQUE

En las últimas décadas, la industria de la construcción de viviendas prefabricadas ha entendido que el mercado ya no desea casas listas para ser habitadas, iguales a tantas otras (1). La casa debe funcionar como un conjunto articulado de sistemas, tal como un ordenador; cada pieza debe poder ser fácilmente sustituida. Esto se debe a que separando los sistemas se responde con mayor eficacia a las exigencias de desempeño, se agiliza el proceso constructivo y se facilita su conservación (2).

(1)Montes, J., Camps, I. y Fúster, A., 2011. "Industrialización en la vivienda social en Madrid." Informes de la construcción 63 (522), 5 -19

(2)Rush, R., 1986. The Building Systems Integration Handbook. John Wiley & Sons Inc.

DESCRIPCIÓN DEL BLOQUE DE VIVIENDAS INDUSTRIALIZADO

El edificio plurifamiliar a desarrollar se realiza mediante tecnologías de industrialización empleando un sistema mixto de componentes 3D y 2D. Los módulos 3D son portantes y configuran estancias completas, los elementos 2D son elementos multicapas planos (suelo, techos y paredes) listos para ser ensamblados en obra y acotar el ámbito habitable.

Edificio = módulo 3D + elemento 2D + módulo 3D

Las unidades modulares tridimensionales definen el esqueleto del edificio según una retícula precisa y están cuidadosamente equipados en relación con el área funcional a desempeñar. Sobre esta estructura de soportes se fijan los elementos bidimensionales, estos delimitan el espacio y permiten una habitabilidad configurable conforme las necesidades de sus habitantes. Las prestaciones de ambos vienen definidas desde el proyecto y pueden ser acordadas con el promotor.

El bloque residencial se compone por viviendas adosadas a una galería central de manera simétrica y que recorre el edificio plurifamiliar en toda su longitud. La tipología de viviendas prevista es de doble crujía con patio.

La ordenación es rigurosa y se realiza en bandas longitudinales. El eje de simetría recorre la galería común de circulación y hacia las fachadas se diferencian tres bandas, la banda de acceso (módulo 3d – soporte) que cuenta con el vestíbulo, los núcleos húmedos (cocina y baño), y el patio de luces y ventilación; la banda habitable (elemento 2D – multicapas) que acoge el espacio servido, estar, dormitorios y pasillo; y la banda de fachada (módulo

3d – soporte) que resuelve el contacto térmico y visual con el exterior mediante unas terrazas en galería.

La ordenación en bandas longitudinales se traslada también al resto de las plantas. En la planta baja se ubican el vestíbulo de acceso, los locales de contadores y el aparcamiento, que es accesible perimetralmente. Y en la cubierta, la banda central se destina a tendederos y locales de instalaciones, mientras que las dos bandas exteriores disponen de espacios acotados para la ubicación de los captadores solares y los paneles fotovoltaicos.

Espacial y funcionalmente la vivienda queda definida con un conjunto de ámbitos especializados y no especializados, componentes 3D y 2D respectivamente, cuyas prestaciones estarán definidas en función de las normativas de aplicación y de las particularidades de los ocupantes. Se prevén varios tipos de vivienda de distinta superficie, si bien, los tamaños considerados responden a lo requerido en la normativa de VPO.

En todo caso la superficie está condicionada por la modulación de 2,70m, una dimensión que es apta para su división en múltiplos y submúltiplos, y además es adecuada al transporte en carretera.

En los espacios comunes se han previsto escaleras y núcleo de ascensor. El número de escaleras vendrá definido por la longitud de los recorridos de evacuación que marca el CTE en el documento básico de seguridad en caso incendios. En el caso de los ascensores, su número depende de lo indicado en la normativa municipal (PGOU) en relación al número de viviendas.

En el desarrollo de la propuesta de un bloque industrializado de viviendas se han identificado unos criterios de diseño básicos que permiten abordar las distintas facetas del proceso. A continuación se recogen ordenados según las siguientes categorías:

- Sistema constructivo
- Programa de vivienda – Distribución por bandas
- Modulación – Software paramétrico
- Sistemas Pasivos y Sostenibilidad

EL SISTEMA CONSTRUCTIVO

1. Un sistema industrializado de construcción que usa como materia prima componentes prefabricados fácilmente transportables.

La precisión industrial, el nivel de acabados, la garantía de suministro, la especialización del trabajador, el cumplimiento de los plazos de ejecución y la seguridad laboral superan ampliamente los métodos de construcción tradicionales.

El sistema será industrializable y prefabricado, con elementos contruidos en taller. Un sistema constructivo que emplea procesos organizativos industriales, capaz de aumentar la productividad del sector, y que permite una producción de elementos o sistemas previos a la ejecución de la obra para que puedan ser incorporados posteriormente.

Con objeto de optimizar el transporte, no desplazando espacio vacío, se establece un sistema "híbrido" de construcción industrializada, fruto de la combinación del sistema de componentes y del sistema de módulos.

Con la mecanización (reemplazo del trabajo manual por máquinas) en obra, la parcela se convierte en una especie de taller de ensamblaje de elementos provenientes directamente de fábrica en el que unas particiones 2D sencillas se apoyan sobre módulos 3D, más complejos, tecnificadas y compactos, que sirven de soporte.

La prefabricación permite un mayor nivel de acabado interior y exterior, junto con un montaje más completo a nivel de instalaciones. El nivel de precisión dimensional en taller es mayor. Permite viviendas con mejores acabados con menor coste.

Los sistemas producidos por la industria aseguran unos estándares mínimos de calidad elevados, presentan altos niveles de terminación y fortalecen el tejido industrial de tal forma que ayuda a que el sector de la construcción sea más profesionalizado y estable, intentando que el valor de un edificio no recaiga en el precio del suelo, sino que dicho valor se traslade a la calidad constructiva.

Tanto la fabricación como el montaje son trabajos específicos que requieren personal previamente capacitado.

2. La industrialización abierta permite la integración en obra de componentes de diversos fabricantes.

En un sistema cerrado las soluciones prefabricadas son muy específicas, ya que están diseñadas para atender a una solución constructiva determinada. Por el contrario, el empleo de elementos normalizados genéricos proporciona sistemas de amplio rango de uso que, por

la versatilidad de sus aplicaciones e interés comercial, tienen garantizada su existencia y suministro.

Se propone una industrialización abierta en el que los componentes a utilizar son los modelos estándares de fábrica. Se tendrá que analizar la compatibilidad entre ellos, tanto dimensional como constructiva.

El uso de elementos compatibles genera posibilidades y combinaciones arquitectónicas con el máximo de variedad y de estandarización, a base de partes o componentes de catálogo que son a su vez compatibles entre sí. Suele valerse de juntas universales y gamas modulares acotadas que garantizan una flexibilidad prácticamente total.

Un sistema que garantiza la intercambiabilidad de sus componentes y el uso en un mismo edificio de componentes realizados en distintas fábricas y que se montan en obra con uniones cada vez más universales y sencillas.

Construyendo con elementos estandarizados del mercado se potencia éste y, por tanto, el nivel de producción aumentará y se avanzará tecnológicamente en su desarrollo. Por otra parte, estos elementos serán cada vez más compatibles.

Los productos industrializados proporcionan flexibilidad y adaptabilidad a la demanda. No se precisan grandes stocks, sino elementos rápidos de fabricar y con posibilidades de adaptarse a las características de cada obra.

El sistema de industrialización abierta permite hacer más perfectible la vivienda incorporando las últimas novedades del mercado, no solo a nivel de instalaciones sino también la envolvente, tabiquerías, cerramientos, cubiertas, etc.

3. Un marco de perfiles metálicos normalizados como base estructural de subsistemas elementales especializables.

El origen común de los componentes es una estructura metálica sencilla que es capaz de ser implementada hasta desempeñar la función requerida. El origen de los módulos 3D es una celda unitaria de pilares y vigas que se equipa como módulo de cocina, baño, fachada o ascensor; el de los elementos 2D un elemento plano que con distintas capas se convierte en suelo, cerramiento o partición.

Los elementos de la edificación se dividen en subsistemas elementales 3D y 2D. Dependiendo del uso previsto se especializarán adecuándose para responder a una función concreta.

El sistema estructural base que se adopta está formando por pilares y vigas metálicas, debido a su versatilidad, compatibilidad y facilidad constructiva (cinco plantas máximo). Sobre esta base especializable se permite adosar diferentes tipos de sistemas o capas de cerramientos según el ámbito geográfico, clima, soleamiento, etc. Se produce una adaptación (personalización) a la función que ocupan.

Las unidades 3D se consideran como un conjunto de sistemas asociados a determinadas funciones como cocinar, asearse, o control térmico. Este concepto de unidad especializable puede extenderse a otros módulos constructivos como, por ejemplo, escaleras, ascensor, etc. Cada una puede ser desarrollada separadamente y con contribuciones de diferentes proyectistas.

Del otro lado, los elementos multicapas 2D permiten competir con los sistemas tradicionales realizados in-situ por la versatilidad, ligereza y calidad de acabados. Ensamblados en obra constituyen el cerramiento del espacio habitable. La base de su composición es también de perfilería metálica, no obstante la especialización según los criterios de uso (suelo, techo, partición interior), definen el resto de capas integrantes.

4. Los módulos 3D conforman los soportes y los elementos 2D definen el espacio.

Con esto se consigue una rentabilidad en el transporte, porque el volumen de los elementos no tecnificados en 3D contienen una gran cantidad de aire.

Construir en 3D solo elementos sofisticados y tecnológicos. Elementos que entran dentro de los que hemos llamado “estuche”.

Los módulos 3D son las partes más complejas de la edificación, constituyen los núcleos de transmisión de cargas y están altamente equipados; su tamaño es relativamente pequeño, pero de alto valor añadido. Están dimensionados para realizar su traslado de manera integral por carretera y reducir las tareas de obra a sencillas conexiones secas.

Los módulos 3D se desarrollan de manera industrializada a partir de un marco tridimensional interno de pilares y vigas que le confiere su capacidad portante, facilitando su apilamiento. Esta celda delimita las funciones a contener, cocina, baño, armario, galería fachada, ascensor o escalera.

Un apartado que se soluciona especialmente bien en los módulos 3D es la incorporación de las instalaciones cuyos conductos se introducen por el interior de su estructura. Las instalaciones generales a la edificación discurren por un patinillo específico y en cada vivienda la pequeña red se desliza entre las aberturas de los montantes.

Los patinillos de instalaciones disponen compuerta registrable accesible desde los espacios comunes que se pueden abrir o desmontar fácilmente.

Entre estas células tridimensionales se puede organizar una amplia zona servida, habitable y diáfana, ejecutada con elementos 2D, que es configurable según las necesidades de los ocupantes.

Los elementos 2D son elementos multicapas, que definen el espacio habitable. Se transportan empaquetados y listos para ensamblar. Su puesta en obra requiere de un buen diseño de las juntas y uniones para que su ajuste sea óptimo.

No transportar aire. Transportar en 2D todo lo que es simplemente tabiquería o forjados. El volumen habitable del edificio se obtiene en el ensamblaje in-situ de los elementos 2D. Unos elementos multicapas están estudiados para que cumplan con las exigencias portantes requeridas (estructura secundaria) y con los requisitos exigidos por la normativa (incendio o acústica).

Los elementos tipo forjados cuentan con una base de chapa nervada que se apoya sobre la estructura de los módulos 3D y se fija con tornillos. La tabiquería se dispone mediante pasadores-pestillo que permiten su fácil intercambiabilidad según la retícula base establecida.

Los módulos 3D están altamente equipados, concentran la totalidad de las instalaciones, su construcción requiere de una mano de obra especializada e instrumental de precisión por lo que su traslado como un único volumen compensa económicamente. El espacio habitable se define por elementos 2D diseñados exentos de instalaciones para que garantizar la flexibilidad del espacio, se trasladan empaquetados, sin llevar aire, y preparados con anclajes para su ensamblaje in-situ.

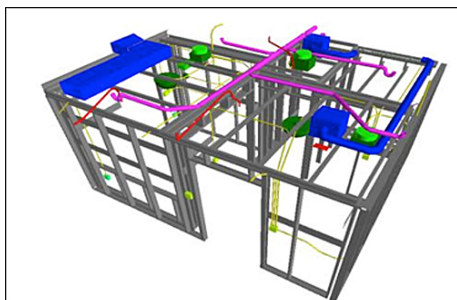
5. La ejecución de cada sistema se realiza según una secuencia ordenada que va de dentro hacia fuera.

La estructura base se equipa con las instalaciones y los elementos adecuados para conseguir el aislamiento térmico, acústico y de incendios requerido. Posteriormente el conjunto se cierra con el revestimiento. En comparación con técnicas tradicionales que implican superposición de oficios y alta generación de residuos, se favorece una producción en cadena, organizada en funciones y apta para la incorporación de las máquinas.

Frente a una construcción tradicional donde las fases de obra se realizan de fuera hacia dentro con las restricciones ocasionadas por los múltiples oficios que se superponen durante el ciclo constructivo, la fabricación industrial de la edificación se produce de

dentro hacia fuera. La estructura prefabricada es construida en forma de planos, ensamblada formando cajas, y entonces terminadas hacia fuera.

La ejecución de un módulo 3D de cocina-baño responde a la siguiente secuencia: subestructura autoportante, trazado de conductos de instalaciones (electricidad, saneamiento, ventilación), aislamiento y revestimiento exterior.



BIM de una habitación de hotel prefabricada. Whiting Tuner

Los elementos 2D se ejecutan en módulos de 2,70m de ancho y se ejecutan en taller adosando a un núcleo central que sirve de soporte una serie de capas que le dan estabilidad al fuego, aislamiento acústico, el revestimiento definitivo.



Ejecución de elemento 2D – Forjado. Proyecto SIVER

Tanto los módulos 3D como los elementos 2D son configurables y partiendo de un referente de calidad base el cliente puede participar para decidir qué tipo de prestaciones desea y de esta forma personalizar su vivienda.

6. La cubierta se ejecuta con elementos prefabricados en seco.

La dos bandas laterales de la cubierta se realizarán con chapa metálica y sólo el pasillo central transitable contará con cubierta invertida de lámina autoprotegida.

La cubierta en el ámbito mediterráneo-meridional es transitable; apta para el esparcimiento de sus vecinos, el tendido de la ropa y la ubicación de instalaciones. La impermeabilización de la cubierta se garantiza de dos maneras. El ámbito reservado para la ubicación de instalaciones dispondrá de una cubierta inclinada de chapa metálica

suministrada desde fábrica con los refuerzos apropiados para la colocación de las bancadas. Por otra parte, el tramo central transitable se diseña con las guías base para la realización de formación de pendiente in-situ. Se atenderán especialmente los solapes transversales de la impermeabilización.

La cubierta se realizará en seco en la medida de lo posible. Los grandes paños rectos se construyen con chapa ondulada y solo en el pasillo central se utilizarán formaciones de pendientes con elementos aligerados tipo arlita.

Los paños de borde, realizados con chapa ondulada, están previstos para alojar los captadores solares y paneles fotovoltaicos. La franja central permite el registro de la cubierta y está provista de locales para las instalaciones y tendederos.

La formación de pendiente se realizará con encofrados metálicos en chapa ya diseñados desde fábrica. La lámina impermeabilizante será autoprotegida en estas zonas para permitir su fácil reparación.

Tanto las instalaciones de cubierta como el resto de usos previstos (tendederos y local instalaciones) están agrupados por núcleos de viviendas, permitiendo la agregación de módulos o la sustitución por fases.

7. Colocar el tendido de las instalaciones generales en patinillos verticales para garantizar el mantenimiento y la renovación.

Los patinillos serán registrables desde los espacios comunes de la edificación y el suministro de las instalaciones se realiza de manera concentrada. Sus dimensiones se establecerán considerando futuras ampliaciones.

Las viviendas disponen del suministro habitual de instalaciones. Su reserva de paso se realiza por patinillos específicos y cuentan con registro desde las zonas comunes que garantizan el acceso para su mantenimiento e inspección. La dimensión de los patinillos está levemente sobredimensionada para permitir modificaciones posteriores y ampliaciones.

Todas las instalaciones deben estar concentradas en los módulos 3D, tanto de fachada a la calle como de fachada a patio, incluidos los enchufes y tomas de telefonía, voz y datos. Todo ello con el fin de poder rehacer las distribuciones de la banda central sin complicaciones extras. Solo es necesario quitar y poner tabiques en seco como si de tabiques correderos se tratasen.

Para buscar la mayor cantidad de espacio amueblable en paredes es necesario hacer opaca la zona baja de las puertas-ventanas de acceso a las terrazas. Aprovechando que

los módulos de fachada están equipados con instalación de electricidad que alimenta la unidad de aire acondicionado, la parte opaca de las ventanas está dotada de tomas eléctricas.

Las prolongaciones de instalaciones se podrán siempre realizar por el usuario mediante zócalos tipo regleta desde las bases principales de fachada.

La instalación de telecomunicaciones y domótica se prevé sin cables, wi-fi, con una centralita de control por vivienda.

8. Dentro de la vivienda, la alimentación eléctrica entre los módulos interiores y los exteriores de fachada se realiza por conductos dispuestos en las cámaras registrables de falso techo.

El forjado doble permite un sistema de registro mediante plug-in.

Realizar forjados dobles. Para la canalización de instalaciones: bien con suelo doble o con techo doble.

La conexión de las instalaciones eléctricas entre los módulos 3D interiores y los exteriores en fachada se realiza a través de unos conductos registrables habilitados en la cámara que queda entre el falso techo y el forjado que conforma el suelo de la vivienda superior. A este conducto se accede mediante unas trampillas perimetrales practicables con sistemas de apertura del tipo clic-clack.

9. Construir mediante sistemas apilables permite sistematizar la construcción de los módulos portantes.

Con objeto de no sobredimensionar la estructura de soporte se establece la altura límite de la edificación en cinco plantas. Se debe intentar que la estructura del módulo de planta baja sea la misma que la de planta quinta por facilidad constructiva.

Construir por apilamiento y no por plug-in. Para una altura media de cinco plantas, el apilamiento es más fácil y económico. No se consume en exceso más material estructural del necesario. El sistema plug-in requiere una potente estructura independiente que acoja cada celda habitable.

En el sistema apilable son los mismos módulos 3D los que sirven de base para elevar una planta sobre otra. Se preverá una cimentación in-situ con pletinas metálicas fielmente replanteadas, y la llegada de las distintas acometidas. La cimentación también puede realizarse prefabricada.

El almacenaje de los elementos, tanto en fábrica como a pie de obra, se realizará sobre las zonas de apoyo previstas en proyecto para evitar el riesgo de deformaciones irreversibles. Se deben envolver los distintos elementos con una lámina de polietileno para evitar incidencias durante la exposición a la intemperie.

Los módulos se izan con grúas apilando unos sobre otros. Para evitar esfuerzos indeseados en las armaduras de manipulación, se utilizarán palonniers, marcos rígidos constituidos por perfiles de acero.

Para el correcto ensamblado, los apoyos de los módulos 3D disponen de elementos de conexión con forma troncocónica que facilitan la puesta en obra.

La limitación de cinco plantas se debe al objetivo de fabricar los módulos 3D iguales sin sobredimensionar excesivamente la estructura. Un apilamiento mayor exige bien distintos tipos de módulos o unos módulos con una dimensión de estructura exagerada en los módulos más altos.

10. El cumplimiento de la normativa y legislación aplicable en la construcción industrializada y prefabricada es el mismo que para el resto de las edificaciones.

La construcción industrializada necesita de una licencia para su construcción y ubicación, así como cumplir con todos los requisitos de la LOE y el CTE.

Según exigencias de la normativa contraincendios (DB-SI) toda la estructura debe estar protegida al fuego.

En todos los casos se utilizarán elementos aislantes de paneles de EI (integridad y aislamiento al fuego) de silicato, que vienen protegidos de taller: los módulos 3D y los elementos 2D como forjados.

Aquellos puntos en los que es necesario acceder para realizar el ensamble de los componentes se cubren puntualmente con panel resistente al fuego.

11. La prefabricación y sistematización de la obra permite controlar la previsión de medios auxiliares de la obra.

La selección adecuada del medio de transporte, de la grúa y de los equipos o útiles auxiliares del montaje, es decisivo por su influencia en el resto de las etapas y en los resultados finales de la calidad del trabajo.

Las dimensiones de los componentes industrializados deben atender a las limitaciones que fija el reglamento de transporte. Una vez conocidas las dimensiones de los elementos

(largo, ancho, espesor, peso, etc.) se escoge la grúa en función de los parámetros de radio y alcance de la pluma, carga que puede elevar y posibilidad de giros y alcance a los puntos de almacenamiento.

PROGRAMA DE LA VIVIENDA – DISTRIBUCIÓN EN BANDAS

12. Adaptar el programa base a las composiciones actuales de la familia.

Fijar el programa de la vivienda tipo en las necesidades de las familias de clase media ofrece un equipamiento base acorde a las demandas habitacionales mayoritarias. Este programa debe poder adaptarse a los cambios emergentes de las familias.

Como estrategia inicial de diseño conviene partir del tipo de familia establecida por la normativa de vivienda protegida en vigor (1969, matizadas en 2008), una normativa muy marcada por la evolución de la vivienda social durante el siglo XX y que va dirigida a las familias de clase media. Posteriormente, hay que crear las circunstancias especiales en el diseño del soporte para que las situaciones emergentes puedan ser asumidas sin complicación.

En una vivienda de clase media donde partimos de un espacio tipo caja y luego lo compartimentamos en habitaciones tipo estuche, éstas deben tener la mayor capacidad para poder amueblarse de formas diferentes. Por ello conviene huir de soluciones de armarios empotrados y buscar la mayor superficie de amueblamiento en paredes. Habrá que estudiar diferentes posibilidades de amueblamiento.

13. Procurar una distribución interior sin jerarquizar.

De esta forma aumenta la versatilidad de los espacios.

La planta neutra. Cada vez es mayor la tendencia a no discriminar jerarquías entre las diferentes estancias. Este hecho es bueno para las habitaciones, que cuanto más iguales sean mejor, pero no para la sala de estar.

En este sentido, pensamos que la adaptación de la normativa de VPO que ha realizado la Junta de Andalucía en 2008 está equivocada elevando la habitación principal a 12m², cuando la tendencia es que todas tengan cerca de 10m². Sin embargo, el hecho de mantener una estancia común como lugar de reunión es acertado, en la línea que proponía Fisac.

De todas formas, el sistema de compartimentación es total, moviendo los tabiques por la modulación establecida por los múltiples partidores de fachada y puede adaptarse a cada tipo de hogar o familia a conveniencia.

Toda la vivienda disfruta de un espacio exterior propio, con vistas agradables.

14. Diseñar aplicando premisas de flexibilidad.

La flexibilidad constituye una buena respuesta a la diversidad programática actual y contribuye a que los usuarios puedan adaptar el espacio de la vivienda a sus necesidades familiares.

El concepto de flexibilidad no debe entenderse como un simple cambio de uso a corto plazo con el uso de un tabique móvil. Debe ser un concepto que abarca toda la vida útil del edificio y es inherente a él. La flexibilidad de los tabiques puede ser un recurso más que también es compatible con el sistema propuesto y podrá ser adoptada por aquellas familias que lo consideren en su estilo de vida.

Los tabiques realizados con estructura autoportante, aislamiento y paneles de revestimiento, cuentan adicionalmente con pernos y presillas que permiten su fácil maniobrabilidad. Por ellos no discurre ningún trazado de instalaciones, ya que están centralizados en los módulos 3D, por lo que el manejo de los tabiques se simplifica.

La vivienda está concebida para que sea posible adecuarla a las diferentes situaciones familiares que se sucederán a lo largo del tiempo y a diferentes agrupaciones personales. Se favorece una utilización flexible, no sexista, no exclusiva y no predeterminada.

15. Posibilitar el intercambio de espacios entre diferentes viviendas.

La capacidad de mutación de superficies entre viviendas colindantes favorece la adaptación a la evolución temporal de diferentes situaciones familiares o a un cambio de ocupantes.

El sistema de módulos previsto junto con la distribución planteada facilita la sumatoria entre espacios de diferentes viviendas para variaciones tipológicas o para incorporar ámbitos satélites para usos productivos cerca de las viviendas (oficinas, talleres) u otros. Instalaciones flexibles, moduladas, divisibles y ampliables. Conexiones que permitan de forma sencilla y segura su desconexión, eliminación o sustitución de forma que se puedan redistribuir los consumos dependiendo de la configuración de las viviendas. Diseño y construcción de la colocación de las instalaciones lo más independientemente posible de los elementos que las soportan de forma que no comprometan las diferentes formas de uso del espacio.

16. Habilitar en la vivienda espacios susceptibles de ser utilizados como espacios independientes.

De esta forma se facilita la convivencia con personas de cierta autonomía en el mismo domicilio (persona mayor, semi- emancipación de un hijo,...).

La habitación satélite. El sistema es capaz de poder diseñar una habitación satélite a la entrada de la vivienda sin tener que pasar por el salón y dejando una segunda parte de la vivienda con un grado de intimidad mayor.

La vivienda permite adecuar “espacios satélite” que permiten la convivencia próxima sin entorpecer las actividades de la vida cotidiana. Este espacio destinado a usos de una cierta autonomía, despacho profesional, habitación en alquiler, espacio para un abuelo viudo, au-pair,...; se consigue a través del mismo acceso a la vivienda o creando uno nuevo que pasa por el módulo de la cocina.

17. Concebir los espacios colectivos como una extensión de la vivienda y aptos para la creación de comunidad.

Para la calidad de la vida vecinal es importantísimo que existan gradientes entre lo público y lo privado, es decir, definir y proyectar espacios intermedios entre vivienda y edificio, y entre edificio y espacio público.

Es en el encuentro de dos sistemas de relación donde reside la potencialidad máxima de actividad y variedad, como si de sistemas ecológicos se tratara.

El diseño de los espacios comunes debe plantearse como una prolongación del acceso de la vivienda, así como un espacio que permita el encuentro vecinal.

La relación entre los vecinos de un mismo inmueble se puede fomentar proporcionando unas características dimensionales y medioambientales adecuadas de manera que, además de facilitar la circulación, puedan ser usados como lugares de conversación, e incluso, de juego y estancia.

18. Proponer un modelo constructivo versátil, adaptable a diferentes escalas.

Un modelo constructivo industrializado que también es apto para viviendas que demandan más superficie y/o para casos más compactos.

El sistema también es posible para edificios dirigidos a viviendas de mayor superficie, incluso con la incorporación de espacios ajardinados o terrazas exteriores, en búsqueda de la filosofía de Le Corbusier (inmuebles villa).

La sencillez del esquema constructivo es válido para distintos tamaños de vivienda y para diferentes niveles de prestaciones. El crecimiento longitudinal de las bandas facilita acoger programas con mayores exigencias solo incrementando el número de elementos 2D y 3D comprendidos para una vivienda. Al respetarse la distancia entre los módulos 3D portantes no se requieren cálculos estructurales adicionales ni de instalaciones.

Como el tamaño de las unidades modulares está restringido por la dimensión máxima de transporte, el modo de construir edificios más grandes está en aumentar la combinación de elementos 2D y 3D.

La distancia entre los módulos 3D de soporte, interiores y exteriores, está limitada por las características resistentes del elemento forjado 2D.

También es posible realizar diseños de viviendas más compactas sin los esponjamientos de los patios cuando las condiciones urbanísticas así lo requieran.

La mayor compacidad edificatoria se puede obtener con 4 viviendas por planta con todas las estancias habitables hacia la fachada, dejando que los baños y el núcleo de comunicación vertical ocupen el espacio interior del edificio. Esta tipología prescinde del patio densificando el volumen del edificio.

19. Racionalizar la distribución de las viviendas en bandas favorece el sistema constructivo previsto. Edificio = 3D + 2D + 3D.

En un sistema prefabricado solo tiene sentido fabricar en módulos 3D los elementos tecnificados.

Construir por bandas. Módulos en 3D en bandas de fachada muy sofisticados y tecnológicos, tipo “estuches”, que encierran una “caja” en su interior. El hecho de construir por bandas nos permite crear un espacio intermedio capaz de soportar todo tipo de variaciones tipológicas, permitiendo una gran diversidad de situaciones emergentes.

La ordenación por bandas favorece el sistema constructivo previsto. La agregación más sencilla capaz de generar una vivienda consiste en disponer 2 módulos 3D conformando las bandas de fachada anterior y posterior, y entre ellos colocar los elementos 2D de suelo y techo para obtener espacio habitable.

La sencillez del esquema base, conjunto de bandas 3D+2D+3D, permite múltiples variantes de agregación para la configuración de distintas tipologías de edificios, desde viviendas unifamiliares a plurifamiliares o combinaciones de ambas. La combinación de elementos 3D y 2D permite obtener un repertorio codificable de células y agrupamientos que sugieren todo el orden hallado.

Los soportes activos en todas sus variantes (fachada, cocina, baño, armario, ascensor,...) configuran una retícula estructural que va de la cimentación a la cubierta. En el espacio interior definido entre las caras de los módulos 3D se ensamblan los componentes 2D permitiendo la habitabilidad del conjunto.

20. El empleo de tipologías de viviendas con forma de L beneficia las prestaciones de éstas.

De esta forma se puede configurar la vivienda en torno a un patio propio que mejora las condiciones climáticas tanto de viviendas como de los espacios comunes (iluminación y ventilación natural).

El sistema busca la forma en L como elemento capaz de generar un patio propio interior por cada vivienda. Este patio sirve para iluminar la galería de acceso y los módulos compactos y tecnificados como son la cocina y el aseo.

La composición de la vivienda en L aporta una considerable autonomía compositiva, pues el ángulo recto garantiza la existencia de un patio propio. Y frente a la monotonía de un único elemento repetido, la vivienda L ofrece capacidad numérica y combinatoria constructivas.

El riguroso control geométrico de los elementos 3D y 2D, y la fuerza compositiva de la L proporcionan un sistema que integral que aúna la industrialización y la calidad artística.

21. División entre ámbitos especializados (bandas activas) y ámbitos no especializados (bandas servidas).

La distribución por bandas permite compatibilizar diseño estructural, flexibilidad y compacidad de instalaciones.

Los ámbitos especializados son aquellos que para su funcionamiento necesitan infraestructuras e instalaciones específicas, como agua desagüe, gas o salidas de humo. Además se concentran en estas bandas las tomas eléctricas y las unidades de climatización. La instalación de telecomunicaciones se repartirá por wi-fi.

Bandas extremas (activas): cocinas y baños adosados a las fachadas de patio y elementos de acondicionamiento pasivo y activo de climatización en las fachadas de la calle, con posibilidad de poder renovarse con facilidad. Las instalaciones comunes deberán discurrir por fachadas de patios (conductos de instalaciones verticales) por sistemas de plug-in, con fácil renovación (perfectibilidad de la vivienda).

El sistema de bandas requiere la racionalización de las redes de instalaciones previstas. La centralización de contadores se ubica en la planta baja y discurre agrupada en patinillos accesibles por planta para que durante la fase de ensamblado in-situ la conexión entre plantas sea inmediata.

Los elementos en las bandas extremas se conforman como el soporte (que contiene todas las instalaciones y el soporte estructural) y el espacio interior como el relleno.

Los ámbitos no especializados son aquellos que no necesitan infraestructura o instalaciones diferenciadas, sino que han de cumplir con parámetros de confort adecuados para la habitabilidad, su función quedará determinada por sus usuarios.

Bandas internas (servidas): espacio interior de relleno tiende a ser una planta libre.

El espacio interior previsto es por concepto un espacio diáfano compartimentable. Como los módulos 3D contienen las funciones activas (soporte e instalaciones) la distribución del espacio interior es bastante abierta pues solo está limitada por la modulación de la fachada, módulos de 2,70m de ancho con 3 paños de carpintería de 0,90m cada uno.

Para acoger la tabiquería, bajo el pavimento de baldosas de caucho autoposantes, se ha dispuesto una retícula de orificios, alineados con los marcos de la carpintería, que sirven para recibir los tabiques. El pavimento, perforado en coincidencia con los tabiques, está modulado con un despiece de 0,45x0,45m y cuando proceda una redistribución se intercambiarán las losetas perforadas por las que no, para acompañar a la tabiquería.

MODULACIÓN - SOFTWARE PARAMÉTRICO

22. Atender a un sistema modulado permite establecer un lenguaje común entre los diferentes agentes de la construcción.

Desde la realización de los planos hasta el correlato en obra mediante el replanteo, las medidas deben tener una concordancia total con los componentes o subsistemas con los que se realiza la obra.

Para poder diseñar el sistema ha sido necesario modular. Para ello, se parte de la vivienda tipo establecida por la normativa de tres dormitorios más salón estar. Se crea

un ancho de estancia válido para cada uno de los dormitorios y con ese módulo duplicado creamos el salón. Ese módulo de estancia es válido para tres habitaciones iguales y sin jerarquías. Los tres submódulos de las particiones de las ventanas de fachada permiten todas las posibles combinaciones.

El módulo se establece en de 2,70m de intereje y todos los elementos están subordinados a esta dimensión. Este control dimensional permite que las superficies definidas en origen puedan ser modificadas por el propietario sin que se altere las condiciones generales de la vivienda ni el aspecto exterior del edificio.

La coordinación dimensional es necesaria para establecer un lenguaje común entre los diferentes agentes intervinientes y se debe asumir desde el comienzo del proyecto.

23. Utilizar elementos de construcción modulados facilita el intercambio de piezas y su reutilización o reciclaje.

Es necesario utilizar los elementos modulados disponibles en el mercado y proyectar las holguras con elementos fuelles.

La modulación en 2,70m por descomposición de factores primos permite divisiones menores entre 2, 3 y 5 por lo que es fácil obtener modulaciones menores que cumplan también una serie con número naturales. El despiece de las carpinterías metálicas se forma con tres elementos de 90cm y el pavimento está en baldosas de 45cm por ejemplo. Toda la solería interior será ligera y formadas por baldosas de “quita y pon” en coordinación dimensional con los submódulos de fachada. Así es posible levantar las baldosas perforadas por la tornillería de los tabiques en seco y recolocarlas en filas diferentes.

Baldosas “autoposantes” de caucho de 45cm de lado.

Este mismo sistema modulado de solería hay que realizarlo con su reflejo en las luminarias de techos de las estancias. El sistema debe permitir un replanteo que garantice un nivel de iluminación adecuado para cada-situación. Este sistema se enchufa y desenchufa en los registros del doble techo.

También se podrá jugar con diferentes submódulos de acabado (que son los más utilizados por los suministradores de componentes) que combinados entre sí nos lleven al módulo establecido en la matriz. Esta situación la irá estableciendo la evolución del mercado y la flexibilidad de los suministradores.

24. Establecer un módulo universal permite el abaratamiento de los componentes al ser utilizados en cantidades masivas.

La estandarización de los componentes es la base de la economía en el sistema taylorista.

No se insiste en la utilización de un módulo universal, aunque se podría, porque esto significa tener que modular toda la ciudad o el planeamiento vigente. Con la modulación universal se pueden conseguir componentes muy rentables porque se utilizarán en cantidades masivas pero esto no es posible para ser utilizado en todas las situaciones reales de la ciudad consolidada. El sistema deberá partir de las medidas reales de las parcelas disponibles y realizar posteriormente una partición matricial adaptada a cada caso concreto. Esto nos llevará a módulos de acabado que se realizarán en taller. Interiormente el sistema de pilares y vigas sí permite utilizar módulos universales con elementos fuelles en los extremos.

También podríamos utilizar componentes universales realizados con módulos universales que responden a la serie de múltiplos y submúltiplos del 12 (30,45,60,90,120,240, serie de industrialización básica) y absorber las diferencias en los extremos con "espacios fuelle".

25. El sistema es óptimo para proyectar con ayuda de tecnologías BIM (Building Information Modeling).

Esta software informático permite un control mayor de la obra al ofrecer información precisa tanto de la ejecución en taller como de su correspondiente en obra.

Las nuevas tecnologías informáticas de modelado paramétrico BIM permiten la creación y el uso de información computable, coordinada y con coherencia interna sobre un proyecto de construcción. La fiabilidad de la información del edificio es la característica esencial de BIM y de sus procesos digitales de diseño.

El diseño como "Meccano". El sistema constructivo mediante piezas determinadas

SISTEMAS PASIVOS Y SOSTENIBILIDAD

26. Los patios interiores garantizan adecuadas condiciones de ventilación e iluminación natural.

El patio es un elemento clásico bioclimático de tradición mediterránea.

El patio aporta luces y ventilación a la fachada interior de la vivienda, además de ampliar visualmente la galería comunitaria permitiendo pequeños lugares de encuentro y de ajardinamiento.

El patio genera ventilación cruzada como sistema de acondicionamiento pasivo.

La crujía estrecha de las viviendas facilita la ventilación cruzada gracias al empleo de ventanas opuestas y practicables.

27. Controlar el acondicionamiento térmico interior con el sistema de protecciones de la fachada.

Se deben utilizar colchones térmicos en el contacto de la vivienda con el ambiente exterior.

Se diseña una fachada con espesor que resuelve el comportamiento climático con el exterior. Además de su uso como terraza, la fachada permite filtrar los flujos que la atraviesan, como son el agua, el aire, el ruido, la luz, las vistas, el calor, si bien también puede suplementarlos o potenciarlos cuando las fuentes naturales no son suficientes. Se han previsto carpinterías metálicas, estores, aireadores, lamas y celosías.

Los módulos 3D de fachada, además de servir como terrazas, y colchones térmicos sirven como recorrido alternativo dentro de la vivienda, permitiendo una enfilade perimetral.

Hacia el interior del módulo, la carpintería metálica se presenta modulada en tres partes para permitir distintas distribuciones. La parte inferior de la carpintería es opaca facilitando el amueblamiento y la disposición de tomas eléctricas. La parte acristalada, cuenta con rotura de puente térmico y vidrios con cámara de baja emisividad que impiden que la energía generada en el interior, sea frío o calor se escape.

La cara exterior presenta una manera eficaz de gestionar las relaciones de la casa con la iluminación y la ventilación natural que aporta el valor estético y representativo de la edificación. Se ha previsto la utilización de lamas practicables para el control solar y de vistas, si bien pueden plantearse otras opciones como mallorquinas o estores enrollables. Junto con los sistemas pasivos previstos, los módulos de fachada están dotados con unidades de aire acondicionado como apoyo a la climatización del espacio interior.

El módulo de fachada funciona además como extensión de la habitación de la casa cuando se abren hacia él e incorpora el espacio como un espacio relativo adicional en que se pueden realizar algunas de las actividades del habitar.

El nivel de confort ambiental de cada módulo principal (de fachada) es suministrado desde cada módulo en 3D construido en fachada.

Cada elemento tecnológico de fachada proporciona: iluminación y ventilación, aire acondicionado, sistema de oscurecimiento, sistema de graduación solar, colchón térmico, sombras, terraza, y espacio deambulatorio perimetral.

28. Orientación prioritaria de las fachadas al sur.

Esta debe ser predominante frente al resto de orientaciones, intentar siempre evitar orientaciones al norte. Esta solo debe usarse en caso de que la morfología de la manzana obligue a ello.

El clima es el condicionante principal para evaluar la eficiencia energética de un edificio e influye en la elección de los materiales. La ubicación prevista para el edificio de viviendas industrializadas es el entorno mediterráneo, inviernos suaves y veranos exigentes, que favorece el empleo de lamas y otros elementos de sombra. Si la construcción se desarrollara en otro tipo de climas, se dotaría a las viviendas de los equipos específicos.

El sistema de lamas exterior debe ser versátil y permitir un cambio de disposición desde taller según las orientaciones de las fachadas. Sur: horizontal. Este y oeste: vertical.

Es obligado que las fachadas respondan adecuada y diferenciadamente a cada una de las orientaciones, vientos y vistas.

También debe ser posible la utilización de elementos vegetales tipo jardineras. O la combinación de todos estos elementos a la vez. Las lamas también pueden sustituirse por elementos textiles tan tradicionales en el clima mediterráneo.

29. Prioridad por el uso eficiente de los sistemas pasivos.

Esto permite un claro ahorro de consumo de energía no renovable.

Se prevé el empleo de sistemas de control climático, solar y acústico a integrar en el proyecto y que no necesitan de ninguna aportación extra. En muchos casos los sistemas a incorporar serán parte de la construcción arquitectónica del lugar y, por lo tanto, al clima donde se inserta el proyecto (patios, lamas, toldos, cortinas, ventilación cruzada y otros).

30. Gestión de los recursos, energía y residuos.

Estas deberían ser prescripciones en aras a conseguir en un futuro soluciones de residuo cero.

En la configuración de la vivienda se han prever los aspectos de la construcción que tienen fuertes repercusiones en el buen uso de las energías, en la recogida de residuos, la separación de aguas grises y pluviales, la construcción reutilizable y la disminución de las emisiones de CO₂.

31. Beneficios del ciclo de vida de los componentes prefabricados.

La mayor descomposición de los elementos industrializados permite un mayor reciclaje.

Reciclaje industrial. El sistema de industrialización abierta nos permite prolongar la vida útil de todos los componentes una vez realizados en fábrica. Éstos tienen la posibilidad de volver a fábrica, una vez desmontados por obsoletos o averiados, y se les incorpora en taller una nueva vida útil. Esto no es posible con el hormigón, por eso se ha rechazado en la propuesta desde el principio. Reequipar, reutilizar y prolongar vida útil

La junta seca permite montar y desmontar las piezas para su reutilización inmediata. No existe pérdida de material. No es necesario aplicar técnicas de demoliciones invasivas.

Las piezas prefabricadas poseen precisión geométrica garantizando su ensamblaje con exactitud y posterior reutilización en sistemas abiertos.

En un proceso ideal, los módulos podrían volver a fábrica para repararse y renovarse periódicamente, e incorporar las últimas tecnologías disponibles. Si los módulos están inservibles o son obsoletos se sustituirían completamente, pasando los anteriores a la cadena de desmontaje y reutilización industrial, minimizando la energía empleada en el reciclaje del material.

Reutilización del acero: vida del acero frente al hormigón.

32. Reducción de la huella ecológica mediante el uso de prefabricados.

Los sistemas ligeros permiten una menor huella ecológica.

El sistema de construcción industrializada y prefabricada ligera deja una menor huella en el terreno sobre el que se construye. Son ventajas para el desmontaje del edificio y también para poder intervenir en solares de difícil acceso, como centros históricos, servidumbres varias y restos arqueológicos.

Los componentes prefabricados son una opción sostenible si facilitan la deconstrucción futura de los edificios.

El sistema de construcción industrializado y prefabricado ligero permite un ahorro de combustible en el transporte que redundará en beneficio del medio ambiente. Menos peso implica menor combustible y mayor facilidad de puesta en obra.

Con la construcción en taller nos permite mejorar el comportamiento energético de los edificios, porque las juntas y los encuentros son más perfectos. Se someten a mayores controles de calidad en fábrica. Las piezas están mejor ajustadas dimensionalmente.

Las piezas prefabricadas poseen precisión geométrica garantizando el encaje con exactitud.

BIBLIOGRAFÍA

- A.A.V.V. 2012. *Rafael Leoz, arquitecto de la Embajada de España en Brasil*. Brasil, Briquet de Lemos.
- A.A.V.V. 1996. *Antoni Bonet Castellana. 1913-1989*, Col·legi d'Arquitectes de Catalunya, Barcelona.
- Ábalos, Iñaki. 2000. *La Buena Vida: Visita Guiada a Las Casas de La Modernidad*. Barcelona : Editorial Gustavo Gili.
- Abram, Joseph, Roger Diener, Sabine von. Fischer, Martin. Steinmann, and Adam. Szymczyk. 2011. *Diener & Diener*. New York : Phaidon Press.
- Aguila García, Alfonso del. 2006. *La Industrialización de La Edificación de Viviendas*. Madrid : Mairea Libros.
- Alexander, Christopher. 1977: *A Pattern Language. Towns. Buildings. Constructions*, Oxford University Press, New York.
- Allan, John, Morley. Von Sternberg, and Richard Meier. 2002. *Berthold Lubetkin*. London : Merrell.
- Araujo, Ramón y Seco, Enrique. *La casa en serie*. Apuntes de Construcción III, ETSA Madrid.
- Architectengemeenschap Van den Broek en Bakema (Rotterdam), Camilo Gubitosi, and Alberto Izzo. 1976. *Van Den Broek-Bakema*. Roma : Officina Edizioni.
- Arieff et al., Allison. 2002: *PREFAB*, Gibbs Smith, Layton, Utah.
- BC-Housing. 2014. *Modular and Prefabricated Housing: Literature Scan of Ideas, Innovations and Considerations to Improve Affordability, Efficiency and Quality*. Vancouver - Canada: Manufactured Housing Association of BC.
- Benedetti, Aldo. 1995. *Norman Foster*. Barcelona [etc.]: G. Gili.
- Benevolo, Leonardo. 1977: *Diseño de la ciudad - 1. La descripción del ambiente*, Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona.
- Benevolo, Leonardo. 2002. *Historia de La Arquitectura Moderna*. Barcelona : Gustavo Gili.
- Berdini, Paolo., and Walter Gropius. 1986. *Walter Gropius*. Barcelona: G. Gili.
- Bergdoll, Barry., Peter. Christensen, Ron. Broadhurst. 2008. *Home Delivery : Fabricating the Modern Dwelling*. New York : Museum of Modern Art.
- Bergera, Iñaki. (1972-). 2005. *Rafael Aburto, Arquitecto: La Otra Modernidad*. Barcelona : Fundación Caja de Arquitectos.
- Bernstein, H. M., Gudgel, J., & Laquidara-Carr, D. 2011. *Prefabrication and Modularization: increasing productivity in the construction industry*. Bedford, MA: McGraw Hill Smart Market Report.
- Blachère, Gérard. 1977. *Tecnologías de La Construcción Industrializada*. Barcelona : Gustavo Gili.
- Boyd, Robin. 1969. *Nuevos Caminos de La Arquitectura Japonesa*. Barcelona : Blume.
- Bravo Cartabio, Fernán y Novaro Bocco, Ricardo. 2016. *Experiencias con las "redes y ritmos espaciales" de Rafael Leoz*. Letras de autor.

- Buckner, Cory. 2002: *A. Quincy Jones*, Phaidon Press Limited, London.
- Bürkle, J. Christoph. 1993. *Hans Scharoun*. Zürich [etc.]: Artemis.
- Calafell, Eduard. 2000: *Las unités d'habitation de Le Corbusier*. Aspectos formales y constructivos, Fundación Caja de Arquitectos, Barcelona.
- Cánovas, Andrés. 2013. *Vivienda Colectiva En España : Siglo XX (1929-1992)*. Valencia : General de Ediciones de Arquitectura.
- Capilla Roncero, Ignacio; Ramos Carranza, Amadeo; and Sánchez-Cid Endériz, José Ignacio. 2006. *Sevilla, 1995-2005 : Arquitectura de Una Década : IV Semana de La Arquitectura, Sevilla 2005*. Sevilla: Fundación para la Investigación y Difusión de la Arquitectura FIDAS.
- Capitel, Antón. 2005. *La Arquitectura Del Patio*. Barcelona : Editorial Gustavo Gili.
- Capote, J., & Aragón, R. 2013. *Vehículos especiales para la construcción*. Verbum.
- Carreiro, María, and López, Cándido. 2016. *La Casa : Piezas, Ensamblajes Y Estrategias*. Málaga : Recolectores Urbanos Editorial.
- Centellas, Miguel., Carmen. Jordá, Susana. Landrove, and Docomomo Ibérico. 2009. *La Vivienda Moderna : Registro DOCOMOMO Ibérico, 1925-1965*. Barcelona : Fundación Caja de Arquitectos.
- Cillero & De Motta, Albert, Tomoko Sakamoto, Irene Hwang, and Albert Ferré. 2010. *Vivienda Total : Alternativas a La Dispersión Urbana*. Barcelona : Actar.
- Cobbers, Arnt., Oliver (1970-) Jahn, and Peter. Gössel. 2010. *Prefab Houses*. Köln : Taschen.
- Coderch de Sentmenat, José Antonio. 1989. *J.A. Coderch de Sentmenat, 1913-1984*. Barcelona : Gustavo Gili.
- Corrales, José Antonio, and Vázquez Molezún, Ramón. 1993. *Corrales Y Molezún : Medalla de Oro de La Arquitectura 1992*. Madrid: Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España.
- Cosata Duran, Sergi. 2009. *New Prefab : Arquitectura Prefabricada*. Barcelona : Reditar.
- Curtis, William J. R. 1986. *La Arquitectura Moderna Desde 1900*. Madrid [etc.]: Blume.
- Dahinden, Justus. 1972. *Estructuras urbanas para el futuro*. Barcelona, Gustavo Gili S.A.
- Díaz Segura, Alfonso. 2011. *El Concepto de Prefabricación En Le Corbusier*. Madrid: Fundación Universitaria San Pablo-SEU.
- Dörries, Cornelia, and Sarah Zahradnik. 2016. *Container and Modular Buildings : Construction and Design Manual*. Berlin : DOM.
- Drew, Philip, and Arata. Isozaki. 1982. *The Architecture of Arata Isozaki*. London [etc.] : Granada.
- Engel, Heinrich (1964): *The Japanese House. A Tradition for Contemporary Architecture*, Charles E. Tuttle Company, Inc., Vermont.
- España Ministerio de la Vivienda. Josep María Montaner, and Zaida Muxí Martínez. 2006. *Habitar El Presente : Vivienda En España: Sociedad, Ciudad, Tecnología y Recursos*. Madrid : Ministerio de Vivienda.
- Fernández Galiano (ed.), Luis (2001): *Arquitectura Viva 81, Cohabitación europea*. Arquitectura Viva,

S.L., Madrid.

- —, (2003): *Casa, Cuerpo, Crisis*. Madrid : Arquitectura Viva.
- —, (2004): *Piezas Residenciales : Burkhalter/Sumi, e2a, Chipperfield, MVRDV, Bosch, S333*. Madrid : Arquitectura Viva.
- —, (2010): *AV 143. Buckminster Fuller. 1895-1983*, Arquitectura Viva, S.L., Madrid.
- —, (2011): *AV 149. Jean Prouvé 1901-1984*, Arquitectura Viva S.L., Madrid.
- —, (2012): *AV 156. Vivir juntos*, Arquitectura Viva S.L., Madrid.
- —, (2012): *Gran Altura, SOM, Piano, Gehry, OMA: Rascacielos Globales*. Madrid : Arquitectura Viva.
- —, (2013): *BIG 2001-2013*. Madrid : Arquitectura Viva.
- —, (2014): *AV 170. Lacaton & Vassal*, Arquitectura Viva S.L., Madrid.
- —, (2016): *AV 185. Elemental Alejandro Aravena*, Arquitectura Viva S.L., Madrid.
- —, (2017): *AV 195. Shigeru Ban*, Arquitectura Viva S.L., Madrid.
- Fernández Per, Aurora., Javier. Mozas Lérida, Alejandro. Sanz Ollero, and A+T Research Group. 2013. *10 Historias Sobre Vivienda Colectiva : Análisis Gráfico de Diez Obras Esenciales*. Vitoria-Gasteiz : A+T Architecture.
- Fernández Per, Aurora., Javier. Mozas, Javier. Arpa, and a+t architecture publishers. 2009. *HoCo : Density Housing Construction & Costs*. Vitoria-Gasteiz : A+T ediciones.
- Fernández Per, Aurora., Javier. Mozas, Javier. Arpa, and A+T Research group. 2011. *Density Is Home*. Vitoria-Gasteiz : A+T Architecture Publishers.
- Fisac, Miguel, and Francisco. Arques Soler. 1996. *Miguel Fisac*. Madrid: Ediciones Pronaos.
- Fisac, Miguel, Fernando. Espuelas, Francisco. Arques Soler, and Ricardo. Sánchez Lampreave. 2009. *Miguel Fisac : Premio Nacional de Arquitectura 2002*. Bilbao : Ministerio de Vivienda.
- Frampton, Kenneth. 1981. *Historia Crítica de La Arquitectura Moderna*. Barcelona : Gustavo Gili.
- Frampton, Kenneth., and Juan Calatrava. 2000. *Le Corbusier*. Madrid : Akal Ediciones.
- Gili Calfetti, Gustau. 1996. *Casas Refugios = Private Retreats*. [2a ed.]. Barcelona: Gustavo Gili.
- Gili (ed.), Mónica (2003): *2G n° 28*. Aires Mateus, Editorial Gustavo Gili.
- —, (2006): *2G n° 39-40*. Gerrit Th. Rietveld, Editorial Gustavo Gili.
- —, (2011): *2G n° 60*. Lacaton & Vassal obra reciente, Editorial Gustavo Gili.
- Habitar - Grupo de Investigación de profesores/investigadores. 2012. *Rehabitar En Nueve Episodios*. Barcelona : Gustavo Gili.
- Habraken et al., N. J. (2000): *El diseño de soportes*, Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona.
- Habraken, N. J., Andrés Mignucci Giannoni, Josep María Montaner, and Zaida Muxí. 2009. *Soportes : Vivienda Y Ciudad = Supports : Housing and City*. Barcelona : [Universitat Politècnica de Catalunya].

- Isozaki, Arata., David B. Stewart, and Hajime Yatsuka. 1991. *Arata Isozaki : Arquitectura 1960-1990*. Barcelona [etc.]: Gustavo Gili.
- ITeC - Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya. 2006. *Guía general de buenas prácticas ambientales para el jefe de obra*. Barcelona: Servicio Editorial del ITeC.
- Jodidio, Philip, and Shigeru Ban. 2010. *Shigeru Ban : Complete Works, 1985-2010*. Colonia : Taschen.
- Jourda, Françoise-Hélène (1955-), and Susana Landrove. 2012. *Pequeño Manual Del Proyecto Sostenible*. Barcelona : Gustavo Gili.
- Junta de Andalucía. Dirección General de Arquitectura y Vivienda. 2001. *Concurso de Proyectos 1999 : Propuestas de Los Equipos Adjudicatarios*. Sevilla: Consejería de Obras Públicas y Transportes.
- —. 1999. *Concurso de Proyectos 1998 : Propuestas de Los Equipos Adjudicatarios*. Sevilla: Dirección General de Arquitectura y Vivienda.
- —. 1998. *Concurso de Proyectos 1997 : Propuestas de Los Equipos Adjudicatarios*. Sevilla: Dirección General de Arquitectura y Vivienda.
- —. 1997. *Concurso de Proyectos 1996 : Propuestas de Los Equipos Adjudicatarios*. Sevilla: Dirección General de Arquitectura y Vivienda.
- Kieran, Stephen, and James Timberlake. 2004. *Refabricating Architecture : How Manufacturing Methodologies Are Poised to Transform Building Construction*. New York [etc.] : McGraw-Hill.
- Koolhaas, Rem., Hans Ulrich. Obrist, Kayoko. Ota, James Westcott, and Office for Metropolitan Architecture. AMO. 2011. *Project Japan : Metabolism Talks--*. Köln : TASCHEN GmbH.
- Koonen, S. 2010. *Prefabulous and Sustainable*. New York: Abrams, Harry N., Inc.
- Kuan, Seng., Yukio Lippit, and Harvard University. Graduate School of Design. 2012. *Kenzo Tange : Architecture for the World*. Zürich : Lars Müller.
- Kurokawa, Kishō. 1992. *Kisho Kurokawa : From Metabolism to Symbiosis*. London [etc.]: Academy Editions.
- Lapuerta, José María de, W. M. J. Arets, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo and Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid. 2007. *Manual de Vivienda Colectiva*. Barcelona : Actar.
- Le Corbusier and Juan-Eduardo Cirlot. 1971. *Le Corbusier 1910-65*. Barcelona : Gustavo Gili.
- Lin, Zhongjie. 2010. *Kenzo Tange and the Metabolist Movement : Urban Utopias of Modern Japan*. New York : Routledge.
- Mac, Barbara. 2000: *Richard Neutra. Complete Works*, Taschen GmbH, Köln.
- MacKay, David (1979): *Viviendas plurifamiliares*, Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona.
- Mariñas Luis, José Carlos et al. 2002. *Neutra 7*, revista Colegio Oficial Arquitectos Sevilla. Neutra Editores S.L.

- Márquez Cecilia et al. (ed.), Fernando (1993): el Croquis 60. Herzog & de Meuron 1983-1993, el Croquis Editorial.
- —, (1994): el Croquis 65-66. Jean Nouvel 1987-1998, el Croquis Editorial.
- —, (1999): el Croquis 94. Neutelings Riedijk 1992-1999, el Croquis Editorial.
- —, (2004): el Croquis 123. Toyo Ito 2001-2005, el Croquis Editorial.
- —, (2008): el Croquis 143. Gigon/Guyer 2001-2008, el Croquis Editorial.
- —, (1994): el Croquis 65-66. Jean Nouvel 1987-1998, el Croquis Editorial.
- Márquez Cecilia et al. (ed.), Fernando (2003): el Croquis. MVRDV 1991-2002, el Croquis Editorial.
- —, (2007): el Croquis. SANAA 1983-2004, el Croquis Editorial.
- Martín Hernández, Manuel J., Jorge Sainz Avia, and Jorge Sainz. 2014. *La Casa En La Arquitectura Moderna : Respuestas a la cuestión de la Vivienda*. Barcelona : Reverté.
- Mazo et al. (ed.), José María (1997): *Tectónica 5. Hormigón (II) prefabricado*, ATC Ediciones, S.L., Madrid.
- —, (1998): *Tectónica 7. Junta seca*, ATC Ediciones, S.L., Madrid.
- —, (1998): *Tectónica 9. Acero (I)*, ATC Ediciones, S.L., Madrid.
- —, (1999): *Tectónica 10. Vidrio (I)*, ATC Ediciones, S.L., Madrid.
- —, (2009): *Tectónica 28. Energía (I)*, ATC Ediciones, S.L., Madrid.
- —, (2009): *Tectónica 29. Acero (II) estructuras apiladas*, ATC Ediciones, S.L., Madrid.
- McCarter, Robert. 2015. *Steven Holl*. New York: Phaidon.
- Meuser, Philipp, Dimitrij Zadorin, and Clarice Knowles. 2015. *Towards a Typology of Soviet Mass Housing . Prefabrication in the USSR 1955-1991*. Berlin, Germany : DOM publishers.
- Migayrou, Frédéric, Alain Shinkenchikusha, Bernard Kanazawa 21-seiki Bijutsukan, Centre Georges Pompidou, 新建築社, and 金沢21世紀美術館. 2014. *Japan Architects, 1945-2010 = Japan Akitskutsu 1945-2010*. Tokyo : Shinkenchiku-sha.
- Monteys et al., Xavier. 2001: *Casa collage. Un ensayo sobre la arquitectura de la casa*, Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona.
- Monteys, Xavier. 2014. *La Habitación : Más Allá de La Sala de Estar*. Barcelona : Gustavo Gili.
- Moore et al., Charles (1976): *La casa, forma y diseño*, Editorial Gustavo Gili, S. A., Barcelona.
- Mortimer, Ken, and a+t Research Group. 2015. *Why Density?: Debunking the Myth of the Cubic Watermelon = Desmontando el mito de la sandía cúbica*. Vitoria-Gasteiz : A T research group.
- Moya Blanco, Luis. 1978. *Rafael Leoz*. Madrid: Servicio de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencias.
- Mozas, Javier, and Aurora Fernández Per. 2003. *Density IV*. Vitoria : a+t ediciones.

- —. 2003. *Density III*. Vitoria : a+t ediciones.
- —. 2002. *Density II*. Vitoria : a+t ediciones.
- —. 2002. *Density I*. Vitoria : a+t ediciones.
- Neufert, Ernst., and Peter. Neufert. 2006. *Arte de Proyectar En Arquitectura : Fundamentos, normas, prescripciones sobre recintos, edificios...* Barcelona : Gustavo Gili.
- Olgyay, Victor. 1998: *Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*, Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona.
- Paricio et al., Ignacio. 1998: *La vivienda contemporánea. Programa y Tecnología*, I.T.E.C., Barcelona
- —. 1999: *El tendido de las instalaciones*, Bisagra, Barcelona.
- Paricio, Ignacio. 2000: *Las claraboyas*, Bisagra, Barcelona.
- —. 1999: *La protección solar*, Bisagra, Barcelona.
- Peters Nils, and Amparo Conde Pérez. 2006. *Jean Prouvé, 1901-1984 : La Dinámica de La Creación*. Köln : Taschen.
- Puente, Moisés. Puyuelo, Anna and Dietmar Steiner. 2006. *Lacaton & Vassal*. Barcelona : GG.
- Ramos Carranza (dir.), Amadeo. 2012. *Montajes Habitados : Vivienda, Prefabricación e Intención*. Sevilla : Secretariado de Publicaciones, Universidad de Sevilla.
- Reyes, J. M. 2007. *d21_system : Un Juego Para Ser Habitado*. Madrid : Maira.
- Riani, Paolo. 1969. *Kenzo Tange*. Firenze : Sansoni.
- Rincón de la Vega, Daniel. 2016. *La Vivienda de Lujo En Madrid Desde 1900*. Madrid : Lampreave.
- Rodríguez, María Inés, and Kenneth. Frampton. 2011. *Arquitectura Con La Gente, Por La Gente, Para La Gente : Yona Friedman = Architecture with the People, by the People, for the People : Yona Friedman*. Barcelona : MUSAC.
- Rubino, Luciano. 1980. *Arne Jacobsen : Opera Completa 1909/1971*. Roma : Kappa.
- Ruiz Cabrero, Gabriel., and Fundación Cultural COAM. 2007. *Legado Francisco de Asís Cabrero Torres-Quevedo*. Madrid : Fundación COAM.
- Rybczynski, Witold (1986): *Home. A Short History of an Idea*, Penguin Books, New York.
- Sack, Manfred, and Dion. Neutra. 1994. *Richard Neutra*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Sáenz de Oíza, Francisco Javier. 2002. *Francisco Javier Sáenz de Oíza, 1946-1988*. Madrid : El Croquis Editorial.
- Safran, Yehuda E., Luiz Trigueiros, Paulo Martins Barata, Rui Morais Sousa, and Thorsten Hümpel. 2000. *Mies Van Der Rohe*. Lisboa : Blau.
- Salas Serrano, Julián. 2012. *Estrategias Para Incentivar La Industrialización de La Construcción*. Madrid : Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.
- Sambricio, Carlos., EMV Ministerio de Fomento. 2003. *Un Siglo de Vivienda Social, 1903-2003*. Madrid : Ayuntamiento de Madrid, Concejalía de Vivienda y Rehabilitación Urbana, EMV.

- Sambricio, Carlos., Ricardo. Sánchez Lampreave. 2009. *La Vivienda Protegida : Historia de Una Necesidad*. Madrid: Ministerio de Vivienda.
- Schittich, Christian. 2005. *Vivienda y Densidad : conceptos, diseño, construcción*. Basilea: Birkhäuser.
- Schneider, Friederike, Walter Meyer-Bohe, and Carlos. Sáenz de Valicourt. 1997. *Atlas de Plantas : Viviendas*. 2a ed. Barcelona: Gustavo Gili.
- Seonwook, Kim., and Mi Young. Pyo. 2012. *Mobile Architecture*. Berlín: Dom Publishers.
- Serrats, Marta. 2012. *El Gran Libro de Las Casas Prefabricadas*. Barcelona : Loft.
- Smith, Elizabeth A. T. 2002: *Case Study Houses*, Taschen GmbH, Köln.
- Smithson, Alison y Peter. 2001: *Cambiando el arte de habitar*, Editorial Gustavo Gili, S. A., Barcelona.
- Steele et al., James. 1998: *Pierre Koenig*, Phaidon Press Limited, London.
- Soriano, Ramón Soriano Díaz., and Marisa. Soriano. 2008. *Cómo se escribe una Tesis : Guía práctica para estudiantes e investigadores*. Córdoba : Berenice.
- Sota, Alejandro de la 1913-1996. 1997. *Alejandro de La Sota : Arquitecto*. 2a ed. Madrid: Pronaos.
- Steele, James. 2005. *R.M. Schindler 1887-1953 : La exploración del espacio*. Köln : Taschen.
- Terrados Cepeda, F. Javier. 2012. *Prefabricación Ligera de Viviendas : Nuevas Premisas*. Sevilla : Secretariado de Publicaciones, Universidad de Sevilla.
- Torekull, Bertil. 1999: *Leading by design. The IKEA story*, HarperCollins Publishers, Inc., New York.
- Vidotto, Marco., Santiago. Castán, and Graham. Thomson. 1997. *Alison + Peter Smithson*. Barcelona : G. Gili.
- Wagener, Wolfgang. 2002. *Raphael Soriano*. New York: Phaidon.
- Watson, Donald. 1985. *La Casa Solar : Diseño y construcción*. Madrid: H. Blume.
- Weston, Richard (2002): *Evolución arquitectónica de la casa en el siglo XX*, Art Blume, S.L., Barcelona.
- Zamora i Mestre, Joan Lluís., José, et al. 2004. *Proyectar la Arquitectura desde la coordinación dimensional*. Barcelona : Institut de Tecnologia de la Construcció Catalunya.
- Zantovská (ed.), Irena. 1996: *Moshe Safdie. Buildings and Projects. 1967-1992*, Mc-Gill-Queen's University Press, Montreal.
- *Arquitectura e Industrialización de La Construcción*. 1981. Madrid: Fundación Rafael Leoz para la Investigación y Promoción de la Arquitectura Social.

ARTÍCULOS

- Agrasar, Fernando. 2011. Una obra olvidada de la modernidad arquitectónica española: la embajada de España en Brasilia. 9º seminario DOCOMOMO Brasil.
- Del Águila García y otros. Hacia una nueva vivienda social flexible mediante la investigación de procesos productivos industriales innovadores. IV jornadas internacionales sobre investigación en arquitectura y urbanismo, junio 2011.
- Del Águila García, Alfonso. Sistemas constructivos industrializados. Informes de la construcción vol.48 nº446 1996, 27-38.
- Aguirre de Yraola, F. 1966. La coordinación dimensional y la industrialización de la construcción. *Informes de la Construcción*, vol 18, núm 177, 53-57.
- Burón, Manuel, y Fernández-Ordóñez, David. Evolución de la prefabricación para la edificación en España, medio siglo de experiencia. Informes de la Construcción vol.48, nº.448, 1997, pp.19-33.
- Colmenares, Silvia. 2010. "La simplificación como problema complejo: Habraken y el S.A.R." en *com-densidad. Estrategias de actuación urbana en áreas de baja densidad*. Marea Libros.
- Fernández Villalobos, Nieves. 2014. ¿Micro-arquitecturas o macro-diseños? Formas mixtas de habitar. *Res Mobilis*, Revista internacional de investigación en mobiliario y objetos decorativos, vol.3 n.3.
- Gómez-Jáuregui, V. 2009. Habidite: viviendas modulares industrializadas, vol. 61, núm 513. *Informes de la Construcción*, 33-46.
- Grandoso, O. 2008. *Industrialización vs. Prefabricación*. Obtenido de <https://www.dspace.palermo.edu/>
- López Díaz, Jesús. 2010. Tras los pasos de Le Corbusier: la modulación geométrica y la vivienda social en las teorías del arquitecto Rafael Leoz (1921-1976). *Actas del XVIII Congreso español de historia del arte*.
- López Díaz, Jesús. 2012. El módulo Hele de Rafael Leoz. Una historia de contradicciones: del éxito internacional a la difícil relación con la arquitectura española. *RA revista de arquitectura* nº14, 37-50.
- López Díaz, Jesús, et al. 2015. El epígono de El Modulor: la serie amarilla en las investigaciones de Rafael Leoz. *Le Corbusier, 50 years later*, International Congress Universidad Politécnica de Valencia.
- Marrot Tico, J. 5 de abril de 2012. *Los agentes de la edificación en la construcción de casas prefabricadas de madera*. Obtenido de <http://jordimarrot.blogspot.com.es/2012/04/los-agentes-de-la-edificacion-en-la.html>
- Martí, J. P. 2002. Construcción Industrializada de edificios. *Informes de la Construcción*, vol 53, núm 478, 15-31.
- Nieto Fernández, Fernando. 2013. *El sistema como lugar. Tres estrategias de colectivización del espacio doméstico*. PPA N9 "Hábitat y habitar". Universidad de Sevilla. 50-68.

- Oteiza San José, I., Queipo de Llano Moya, J., & Gómez, G. 2008. Concurso de Ideas INVISO-2008. *Informes de la Construcción*, vol 60, núm 512, 71-86.
- Pascual Rubio, A. 2014. Alejandro de la Sota: hacia una industrialización de la arquitectura. I Congreso Pioneros de la Arquitectura Moderna Española: Vigencia de su pensamiento y obra (págs. 658-670). Madrid: Fundación Alejandro de la Sota.
- Pellón, P. A. 13 de Febrero de 2007. HONZA. Obtenido de Industrialización: el futuro de la construcción: <http://hontza.nireblog.com/post/2007/02/13/industrializacion>
- Pinto Campos, B., & Bravo Farre, L. marzo de 2013. *La flexibilidad en la arquitectura residencial a través de la construcción prefabricada*. Obtenido de vitruvius - arquitectos: <http://www.vitruvius.com.br/>
- Queipo, J. y otros. 2009. Proyecto de investigación INVISO: industrialización de viviendas sostenibles. *Informes de la construcción*, vol. 61 nº513, 73-86.
- Ramírez, F. (13 de julio de 2012). *Normativa y legislación sobre las casas prefabricadas en España*. Obtenido de <http://www.casasprefabricadas.mobi/normativa-y-legislacion-sobre-las-casas-prefabricadas-en-espana/>
- Reyes González, J. 1985. Morfología y Funcionamiento del ensamble en Construcción Ligera. *Informes de la Construcción* vol 36, n. 367, 31-51.
- Ros Campos, A. 2012. El Espacio Imperfecto. En R. Meri de la Maza, *SMLhouse. Prototipo de vivienda solar prefabricada* (págs. 51-55). Valencia: General de Ediciones de Arquitectura.
- Saiz Sánchez, Pablo. Alejandro de la Sota. 2014. Un aire industrializado. Seis propuestas para este milenio. I Congreso Pioneros de la Arquitectura Moderna Española: Vigencia de su pensamiento y obra, actas digitales. Coord. por Teresa Couceiro Núñez, 875-883.
- Salas, J. 2008. De los sistemas de prefabricación cerrada a la industrialización sutil de la edificación: algunas claves del cambio tecnológico. *Informes de la Construcción*, vol 60, núm 512, 19-34.
- Sambricio, Carlos. 2009. *Punto de inflexión 1946-1956: viviendas sociales para la clase media*. Ciudad y territorio estudios territoriales, 161-162, Ministerio de Vivienda, 521-527.
- Tordesillas, Antonio Álvaro et al. 2013. *El corazón de los pueblos de colonización*. Boletín Académico 3, Revista de investigación y arquitectura contemporánea Escuela Técnica Superior de Arquitectura Universidade da Coruña, 37-48.
- Vassal et al., Jean Philippe. 2002: "Lacaton&Vassal. Conversación con Patrice Goulet", 2G 21, pp. 121 – 143.

TESIS DOCTORALES

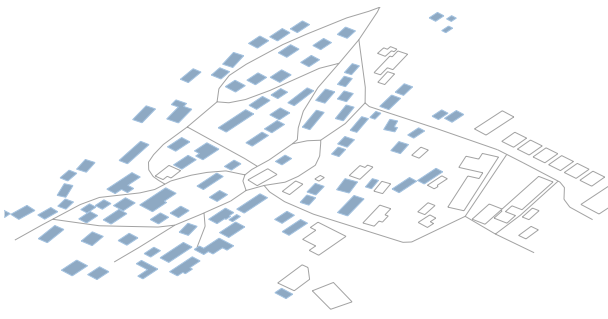
- Saiz Sánchez, Pablo. 2015. *La casa industrializada. Seis propuestas para este milenio*. Dir. Federico Soriano Peláez. ETSA Madrid.
- Reyes González, José Miguel. 1997. *Tendencias actuales de los proyectos de arquitectura doméstica fabricados con sistemas de construcción por componentes compatibles*. Dir. José Miguel de Prada Poole. ETSA Madrid.
- Machuca Casares, Luis. 2011. *Nuevas formas de habitar a través de sistemas plug-in y apilamiento del módulo habitable prefabricado*. Dir. Luis Machuca Santa-Cruz. ETSA Málaga.
- Soler Montellano, Agatángelo. 2015. *Flexibilidad y polivalencia. Modelos de libertad para la vivienda social en España*. Dir. Gabriel Ruiz Cabrera. ETSA Madrid.
- Terrados Cepeda, Francisco Javier. 2011. *Incursiones experimentales en vivienda prefabricada. El kit de muebles*. Dir. Salvador Pérez Arroyo y Elisa Valero Ramos. ETSA Sevilla.
- Fernández Nieto, María Antonia. 2006. *Las colonias del hogar del empleado. La periferia como ciudad*. Dir. Carmen Espegel Alonso. ETSA Madrid.
- Nieto Fernández, Fernando. 2014. *Normalizar la utopía. Un proyecto de sistematización de la normativa en vivienda social*. Dir. Juan Herreros Guerra. ETSA Madrid.
- Antelo Tudela, Enrique. 2016. *Las instalaciones como condicionante del diseño arquitectónico, panel técnico Reverstop*. Dir. María Jesús Dios Viéitez y Víctor Manuel Hermo Sánchez. Universidad de A Coruña.
- Fernández Lorenzo, Pablo. 2012. *La casa abierta. Hacia una vivienda variable y sostenible concebida como si el habitante importara*. Dir. Alberto campo Baeza y Alberto Morell Sixto. ETSA Madrid.
- Wadel Reina, Gerardo. 2009. *La sostenibilidad en la arquitectura industrializada: la construcción modular ligera aplicada a la vivienda*. Dir. Jaume Avellaneda. Universitat Politècnica de Catalunya.

LEGISLACIÓN

- Código Técnico de la Edificación. Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y modificaciones posteriores.
 - o DB-SE Seguridad estructural.
 - o DB-SI Seguridad en caso de incendio.
 - o DB-SUA Seguridad de utilización y accesibilidad.
 - o DB-HS Salubridad.
 - o DB-HR Protección frente al ruido.
 - o DB-HE Ahorro de energía.
- Norma Básica de la Edificación, Estructuras de acero en edificación NBE EA-95. Aprobada por Real Decreto 1829/1995, de 10 de noviembre.
- Reglamento por el que se regulan las normas para la accesibilidad en las infraestructuras, el urbanismo, la edificación y el transporte en Andalucía. Aprobado en Decreto 293/2009, de 7 de julio.
- Normas técnicas de diseño y calidad que deben cumplir las Viviendas de Protección Oficial. Reguladas por el Real Decreto 3148/1978, de 10 de noviembre.
- Normativa técnica de diseño y calidad aplicable a las viviendas protegidas en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Orden de 21 de julio de 2008.


A RENOVATED TRISTAN DA CUNHA OF 6 LAYERS: TRISTAN ECO-SYSTEM

1_A community of refurbished efficient homes



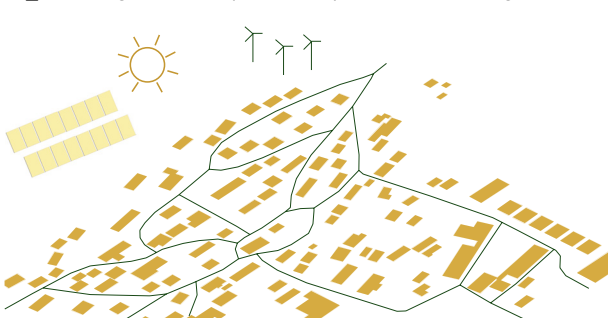
COST
90 refurbished houses: GBP 2.255.238

2_Progressive renewal. Prefab eco-efficient houses




COST
12 new houses: GBP 534.267

3_A microgrid of complementary renewable energies



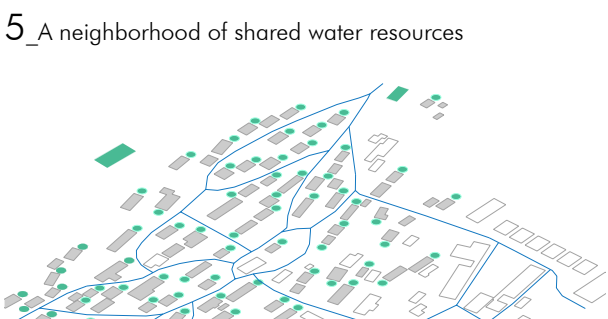
COST
Micro grid & wind farm: GBP 500.000

4_A community of greenhouses for food variety



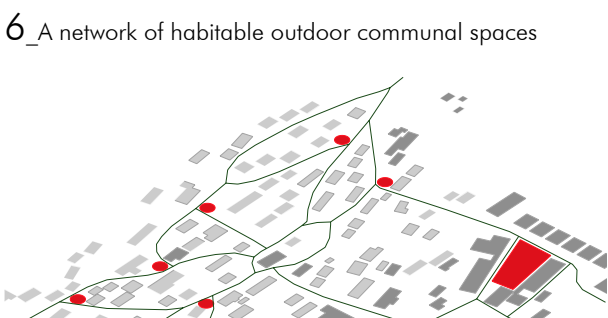
COST
6 communal greenhouses: GBP 47.520

5_A neighborhood of shared water resources



COST
2 water basin & 1 retention basin: GBP 40.000

6_A network of habitable outdoor communal spaces



COST
Public buildings: GBP 948.403
Outdoor public spaces: GBP 253.240

HOUSING ENERGY REFURBISHMENT
A combination of different strategies of insulation and passive systems that can be made step by step. Envelope refurbishment, roof insulation, thermal inertia, efficient windows.

COMFORT IMPROVEMENT
Different types of devices can be used in the existing houses for comfort, like solar space, greenhouse, the rainwater tank and cross ventilation devices.

THERMAL SOLAR ENERGY
Roofs can be used for installing thermal solar panels in order to supply the house's hot water and central heating.

NEW PREFABRICATED ECO-EFFICIENT HOMES
Designed with a combination of 3D and 2D elements, that can be carried in two 3x6 m. ship containers. Possibility of self-built construction.

SMART MICROGRID
All the village can be integrated into a microgrid that connects communal PV modules, wind turbines and existing diesel-powered generators.

WIND FARM
Built with small wind turbines (6m high) that are transported in reduced packages. Their structure is reinforced for strong wind loads.

VEGETABLE WINDBREAKS
Comfort in urban outdoor spaces (squares, streets, intersections) can be improved by means of including a layout of vegetable windbreaks which shelter them from the strong, dominant winds.

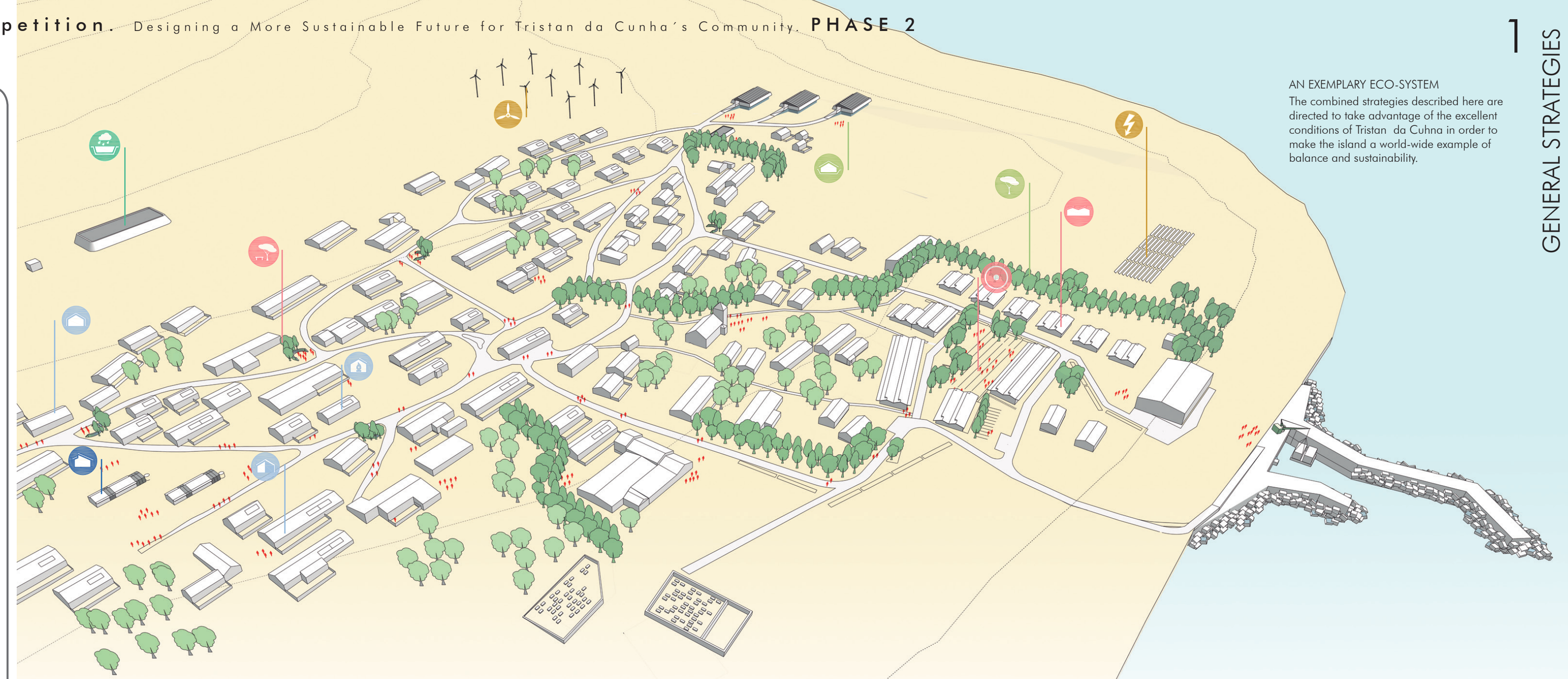
COMMUNAL / INDIVIDUAL GREENHOUSES
For improving and diversifying food production, an integrated system of individual (attached to houses) and communal (centralized farm) greenhouses can be included.

WATER MANAGEMENT
Rain water can be collected both individually and communally by means of an integrated grid of domestic water tanks and town reservoirs (with water impermeable beds).

A NEW MAIN SQUARE
Government buildings can be rearranged to shelter a new town square, furnished so that social meetings, leisure activities and other interactions are possible.

MICRO-PUBLIC SPACES
A network of micro public spaces can occupy the main intersections. They are designed as small meeting points like wind sheltered seating areas.

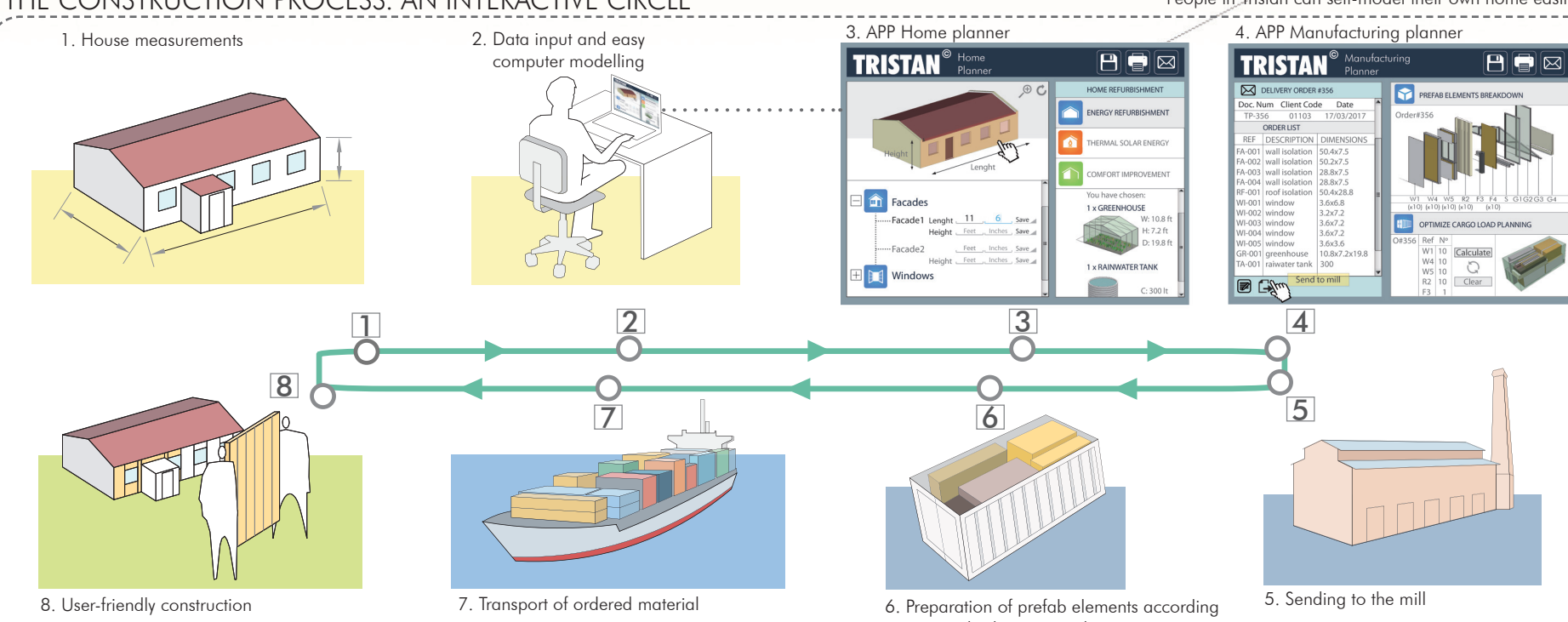
A NEW PROTOTYPE OF PUBLIC BUILDINGS
The same strategy employed for the aforementioned houses can be applied to government buildings in order to improve their energy efficiency, habitability, natural lighting and ventilation.



AN EXEMPLARY ECO-SYSTEM
The combined strategies described here are directed to take advantage of the excellent conditions of Tristan da Cunha in order to make the island a world-wide example of balance and sustainability.

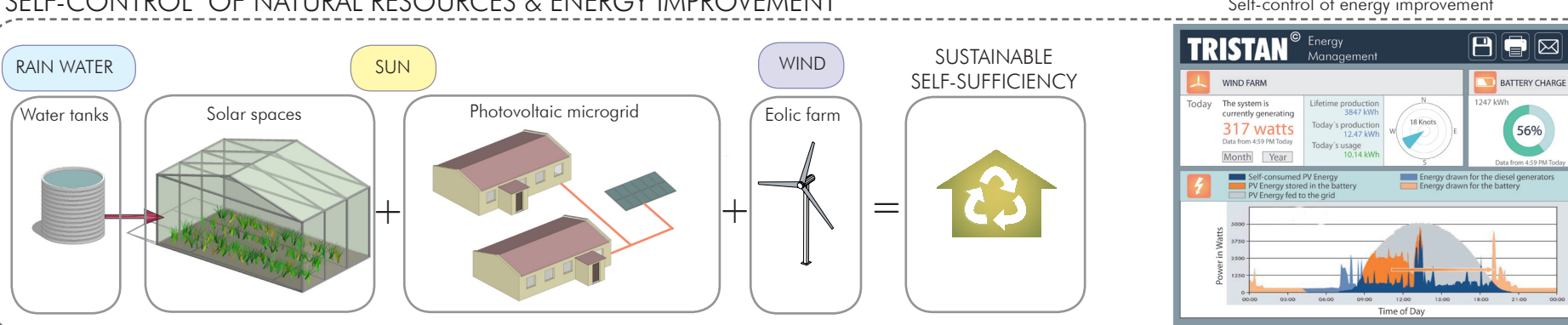
DEGREES OF PARTICIPATION
THE MOST ISOLATED INHABITED ISLAND IS THE MOST CONNECTED ONE

THE CONSTRUCTION PROCESS. AN INTERACTIVE CIRCLE

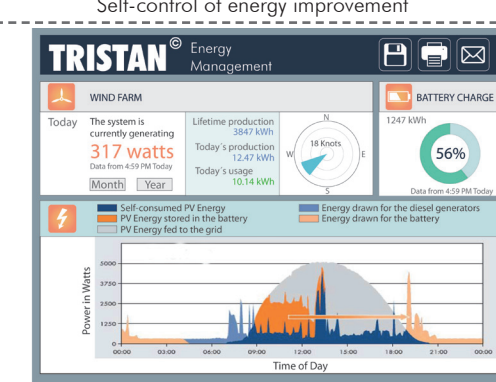


People in Tristan can self-model their own home easily


SELF-CONTROL OF NATURAL RESOURCES & ENERGY IMPROVEMENT



Self-control of energy improvement

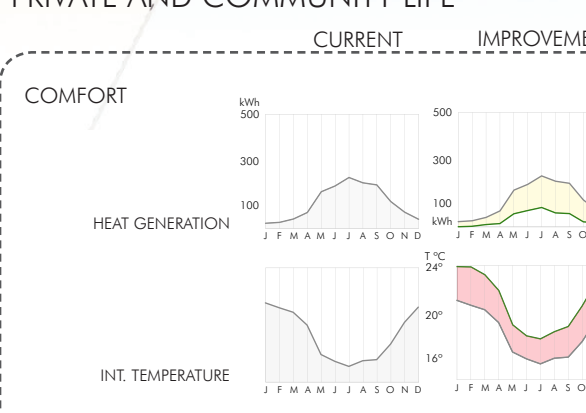


MAIN SQUARE AS THE PHYSICAL EXPRESSION OF A COHESIVE COMMUNITY/ SMALL GATHERING POINTS IN EVERY "QUARTER"



WELL-BEING DATA
HIGH EFFICIENCY TOWARDS SELF-PERFECTIBILITY

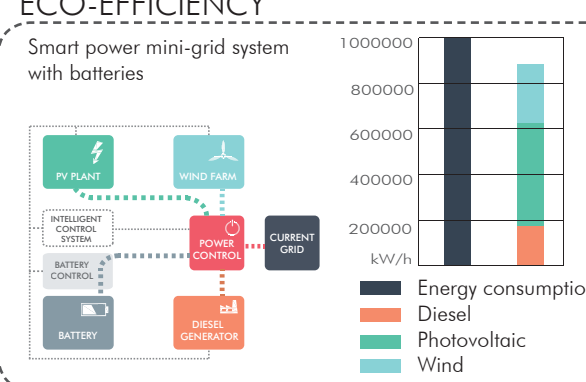
PRIVATE AND COMMUNITY LIFE



DIVERSITY OF SPACES

Space Type	Current	Improvement
Indoor spaces of a typical house	✓	✓
Outdoor spaces of a typical house	✓	✓
Semi-indoor spaces: solar spaces	✗	✓
Indoor public spaces	✓	✓
Representative outdoor space for social gatherings	✗	✓
Sheltered micro-public spaces	✗	✓

ECO-EFFICIENCY



MANAGEMENT EFFECTIVENESS

SELF-MANAGEMENT

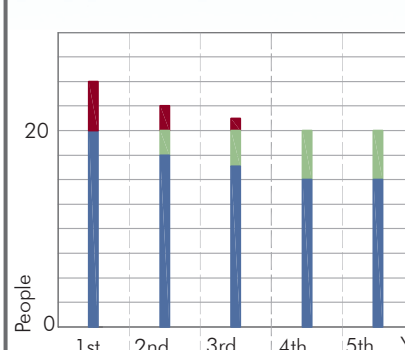
Strategy	Current	Improvement
Variety of local food. Number of different local crops	8	19

FUTURE DEVELOPMENT

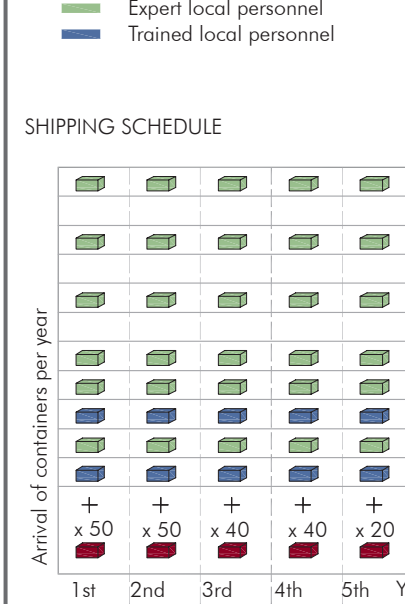
Strategy	Current	Improvement
UK standard learning	✓	✓
Learning in eco-technology	✗	✓

LOGISTICAL APPROACH
WHO, WHEN AND HOW

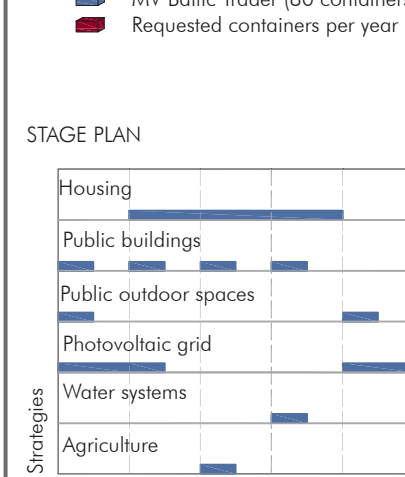
PERSONNEL



SHIPPING SCHEDULE



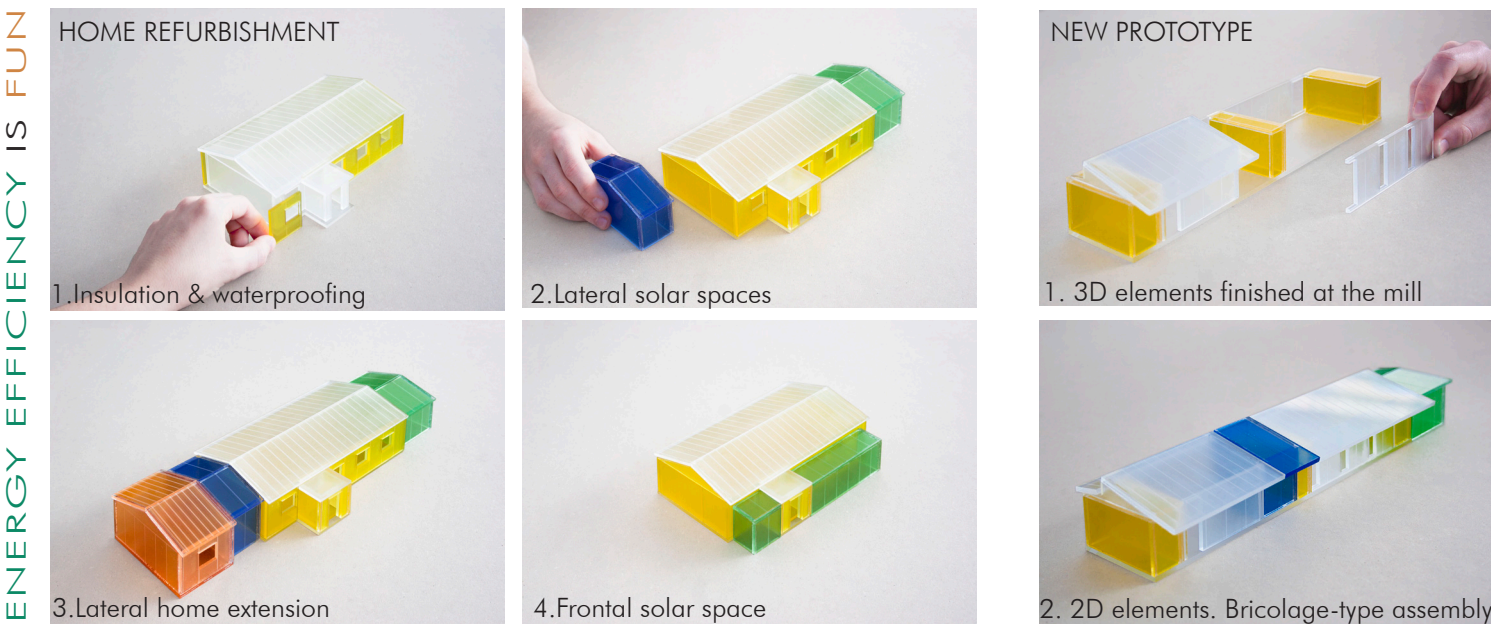
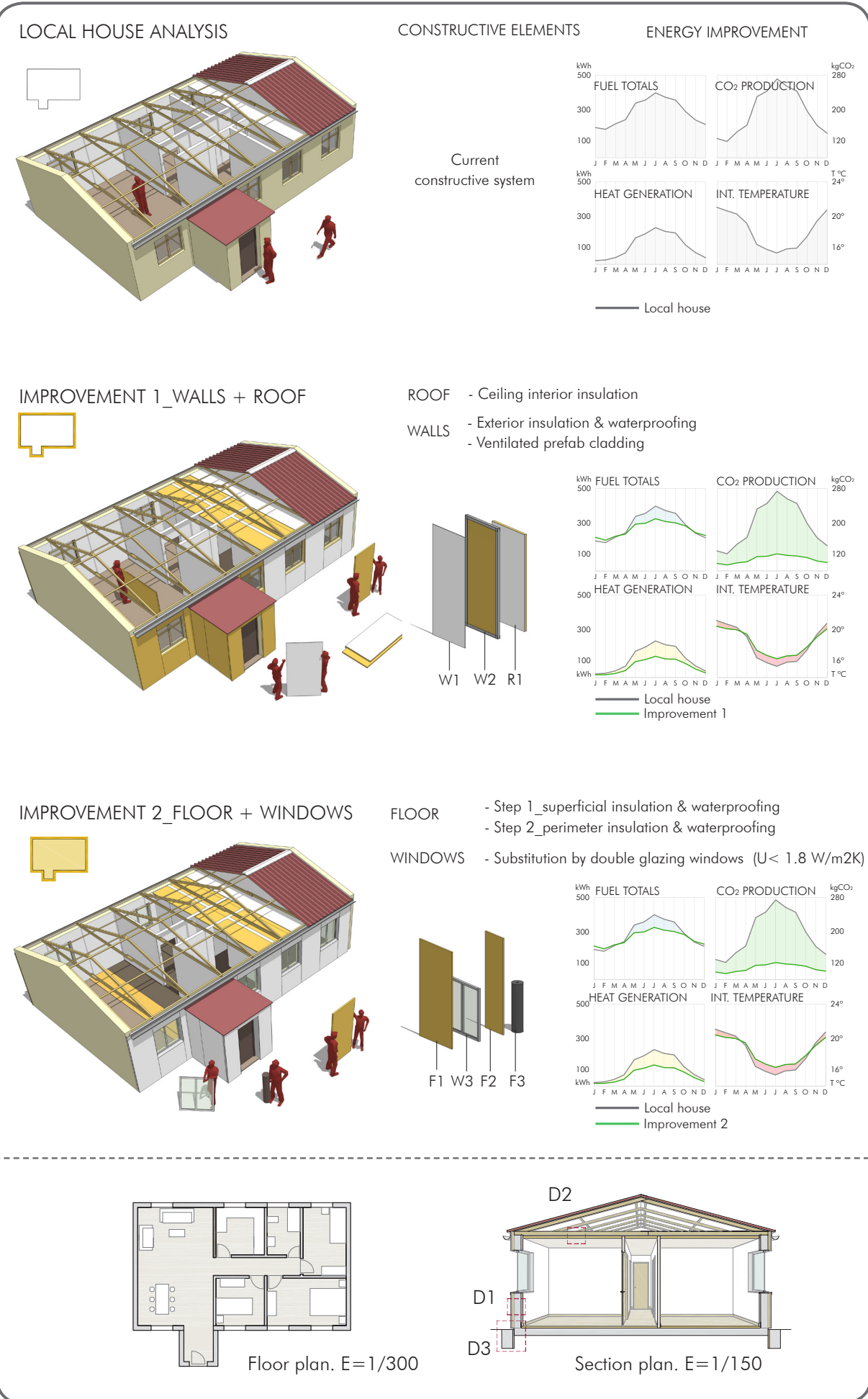
STAGE PLAN



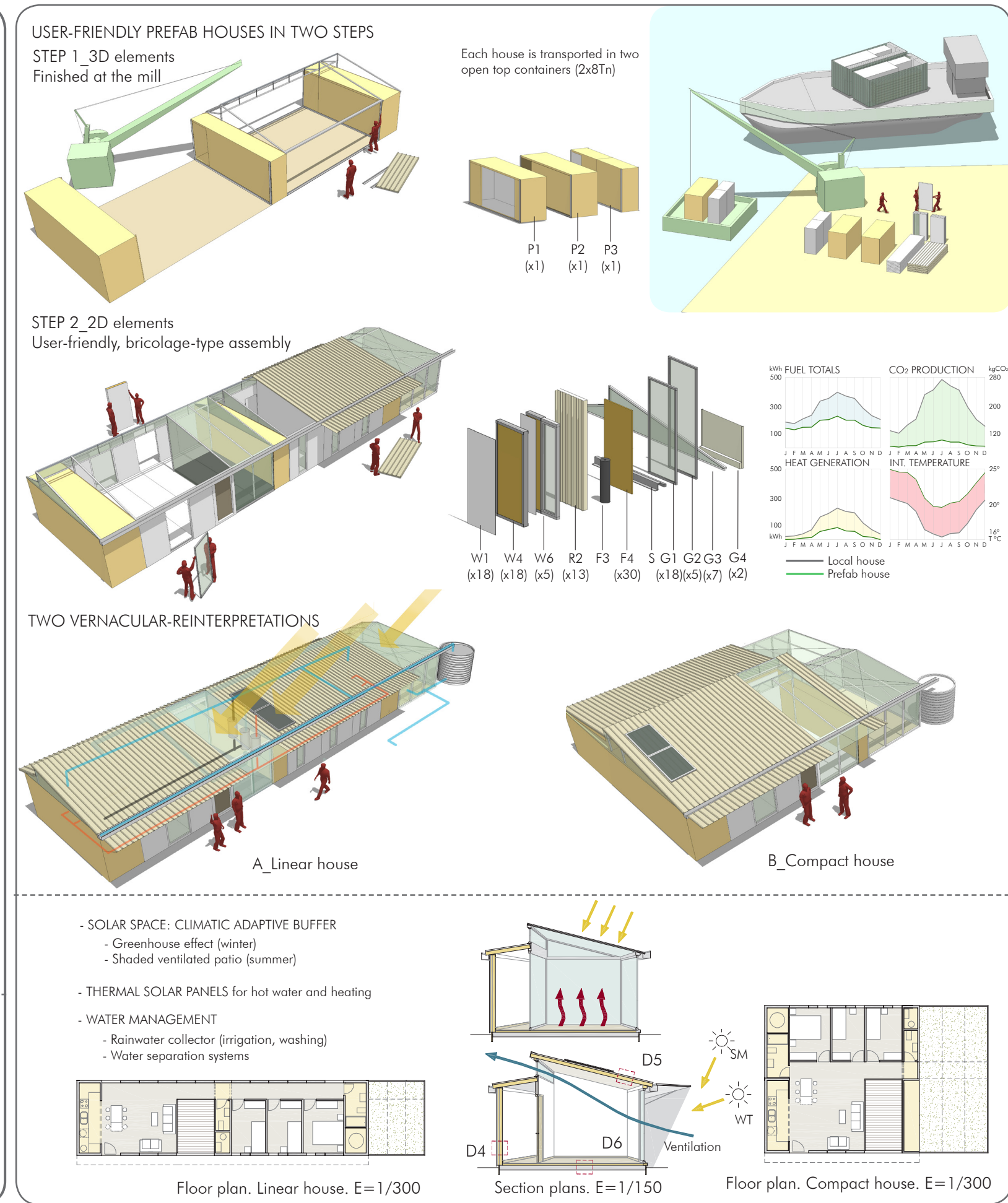
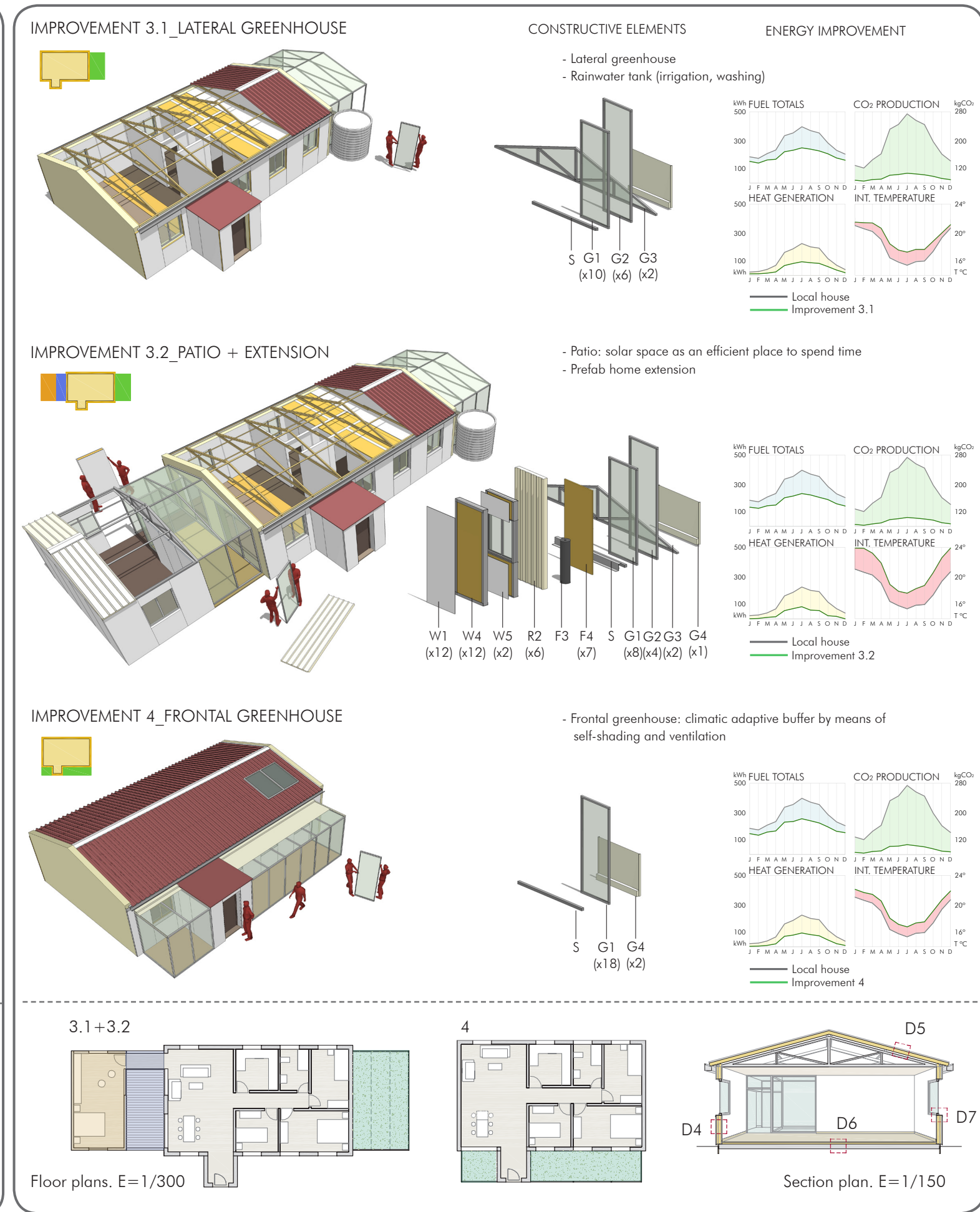
What housing strategies could make Tristan da Cunha the best example of a self-built and eco-efficient community?

- To fulfill the highest standards of efficiency, existing houses can be adapted in a sequential process. "The Tristan envelope"
- New generation & ecoefficient user-friendly prefab houses have been designed specifically for Tristan da Cunha. "The Tristan prototype"
- A set of new devices can give the houses the highest rates of energy efficiency
- Two examples of reinterpreting vernacular typologies with semi-prefab housing. At Tristan da Cunha we find two main alternatives that can be rebuilt with modern industrial techniques, while maintaining a similar ecological footprint.

How to do it?
STRATEGY 1.A_HOME REFURBISHMENT: "THE TRISTAN ENVELOPE"

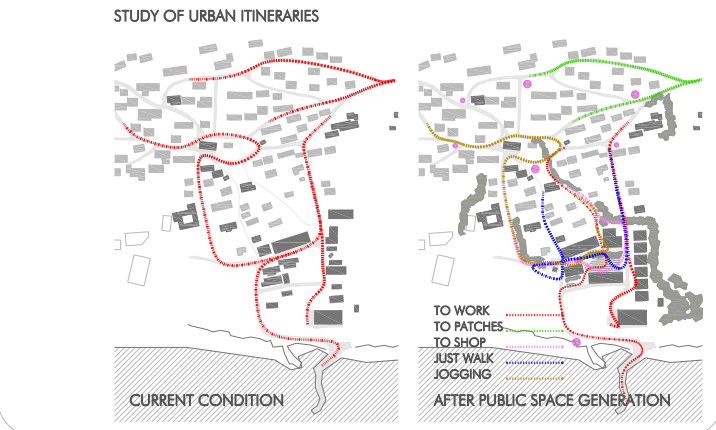


STRATEGY 1.B_HOME REFURBISHMENT: "LIVING IN THE SUN"

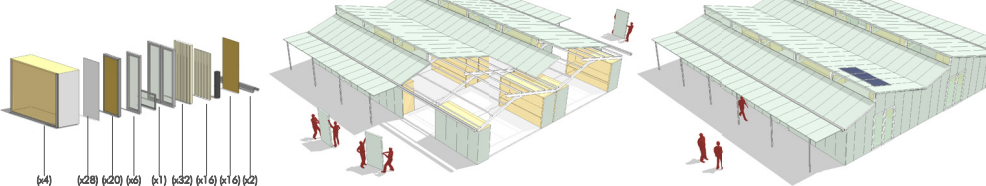


<p>D1</p> <p>W1</p> <p>W2</p> <p>Current wall</p>	<p>D2</p> <p>Current roof structure and ceiling</p> <p>R1</p>	<p>D3</p> <p>F3</p> <p>F1</p> <p>Current foundation</p>	<p>D4</p> <p>W1</p> <p>W4</p>	<p>D5</p> <p>R2</p>	<p>D6</p> <p>F3</p> <p>F4</p>	<p>D7</p> <p>W3</p> <p>W4</p>	<p>WALL</p> <p>W1: Cement bond particleboard (8mm) + ventilated air gap. 1.1x2.50m</p> <p>W2: Cold formed steel frame compounded by prefab elements which contains: waterproofing membrane, mineral wool panel (50mm) and gypsum board (15mm). 1.1x2.35m</p> <p>W3: Aluminium thermal break window with double-strength glass (U=1.8W/m2K)</p> <p>W4: Cold formed steel frame compounded by prefab elements which contains: waterproofing membrane, mineral wool panels (50+90mm) and gypsum board (15mm). 1.1x2.35m</p> <p>W5: Prefab window unit compounded by W1+W4(1.1x0.5+1.1x1.20m) and W3 (1.1X1.1m)</p> <p>W6: Prefab window unit compounded by W1+W4 (0.55x2.35m) and W3 (1.1x2.25m)</p>	<p>ROOF</p> <p>R1: Prefab insulating ceiling: mineral wool (50mm)+ chipboard(15mm)</p> <p>R2: Mineral wool roof panel (110mm)</p> <p>FLOOR</p> <p>F1: High-density mineral wool panel (30mm) + laminate floor</p> <p>F2: Polystyrene panel (70mm)</p> <p>F3: Waterproofing membrane</p> <p>F4: High-density stone wool panel (70mm) + laminate floor. Over concrete foundation (150mm)</p>	<p>GLASS ENVELOPES</p> <p>G1: Aluminium thermal break window with double-strength glass. 1.1x2.50m</p> <p>G2: G1. 1.1x3.10m</p> <p>G3: Aluminium thermal break fixed light with double-strength glass.</p> <p>G4: Textile roll-up solar protection, manually adjustable</p>	<p>PREFAB 3D UNITS</p> <p>P1: Prefab 3D unit (kitchen). 1.50x4.8x2.35m</p> <p>P2: Prefab 3D unit (bathroom). 1.50x4.8x2.35m</p> <p>P3: Prefab 3D unit (toilet+storage room). 1.10x4.8x2.35m</p> <p>STRUCTURAL ELEMENTS</p> <p>S: Cold formed steel frame</p>
---	---	---	-------------------------------	---------------------	-------------------------------	-------------------------------	---	--	---	--

OPPORTUNITY FOR AN URBAN REPLAN 1:5000



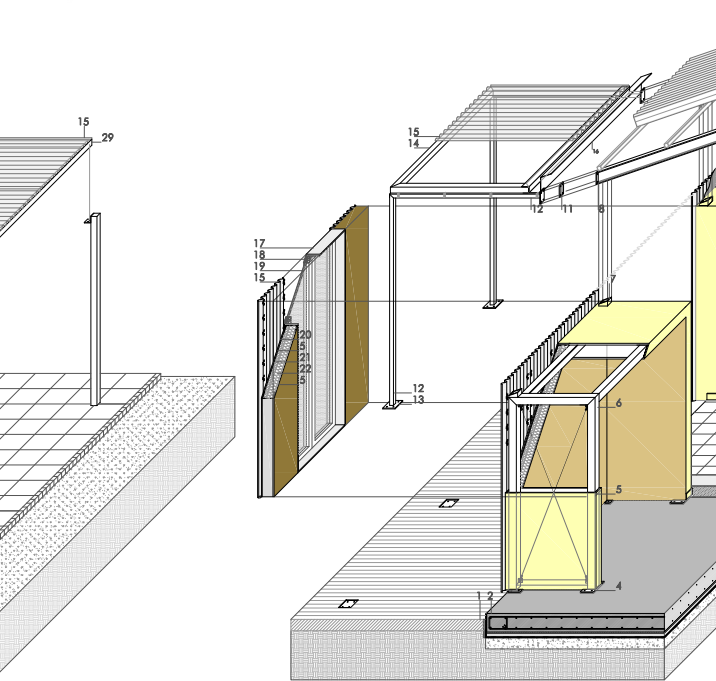
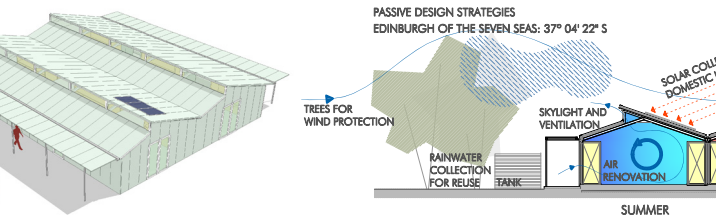
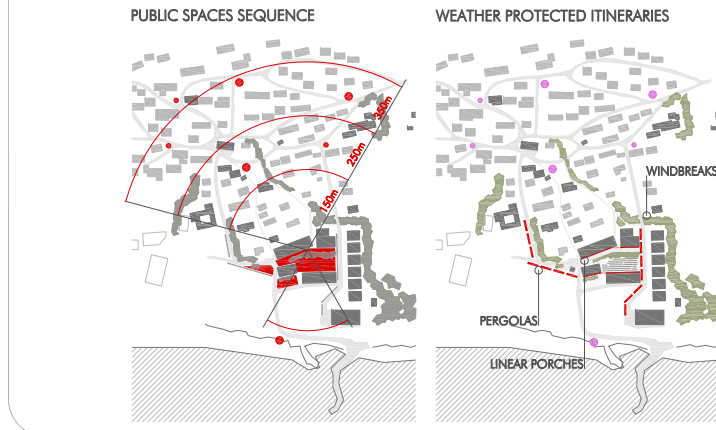
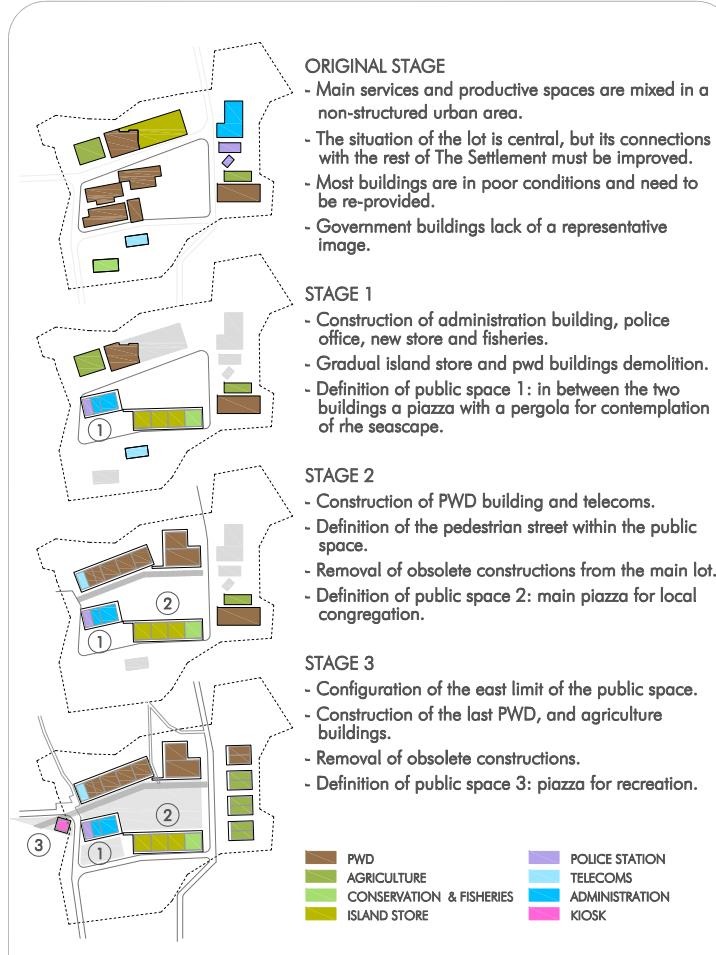
CONSTRUCTIVE ELEMENTS



1. CONCRETE SLAB (150mm THICK)
2. GEOTEXTILE + RIGID EXTRUDED POLYSTYRENE BOARD (50mm THICK) + POLYETHYLENE FILM + CONCRETE SLAB (150mm THICK)
3. RUBBER FLOOR (5mm THICK) + ADHESIVE + SELF-LEVELLING
4. BASEPLATE (10mm THICK)
5. PERFORATED BOARD (15mm THICK)
6. 3D STRUCTURE, RECTANGULAR TUBULAR SECTION: 100x100mm (2mm THICK)
7. ROOF ANCHOR
8. ROOF STRUCTURE FORMED BY IPE 140
9. PURIN, RECTANGULAR TUBULAR SECTION: 50x50mm (2mm THICK)
10. ROOF PANEL WITH MINERAL WOOL CORE (120mm THICK)
11. THERMAL BREAK CONNECTION NEOPRENE PLATE (5mm THICK)
12. RECTANGULAR TUBULAR SUPPORT: 50x50mm (2mm THICK)
13. BASEPLATE: 100x100mm (10mm THICK)
14. FRAMEWORK, RECTANGULAR TUBULAR SECTION: 100x50mm (2mm THICK)
15. GALVANIZED STEEL PANEL (2mm THICK)
16. GALVANIZED STEEL GUTTER (2mm THICK)
17. THERMAL BREAK STEEL FRAME 60x120mm
18. THERMAL BREAK ALUMINIUM WINDOW
19. INSULATED GLAZING (6+6/12/4+4mm)
20. WATERPROOFING MEMBRANE
21. MINERAL WOOL PANEL (50mm THICK)
22. MINERAL WOOL PANEL (50mm THICK)
23. WIND-RESISTANCE CONCRETE FOUNDATIONS, 500x500x400mm
24. BASEPLATE: 500x500mm (10mm THICK)
25. CRUSHED STONE BASE (150mm THICK)
26. VOLCANIC STONE PAVING (100mm THICK)
27. RECTANGULAR TUBULAR SUPPORT: 80x80mm (4mm THICK)
28. COLD FORMED STEEL SECTION: 80x80mm (8mm THICK)
29. FRAMEWORK, RECTANGULAR TUBULAR SECTION: 80x80mm (2mm THICK)



PHASED CONSTRUCTION



INTERVENTION STRATEGY

In a close examination of the homogenous layout of The Settlement, four distinct areas can be identified: residential, leisure, administrative, and manufacturing. Around the area, the Atlantic Ocean and the volcanic land are linked to the community by a discreet harbour and The Patches.

No special landmark interrupts the uniform fabric of constructions that features single-storey properties, gable roofs, rectangular footprints and adaptation to the slope and topography. Only the governmental area can become a communal reference but it is rather deteriorated and needs to be renovated. This is a great opportunity to develop a high quality urban public space.

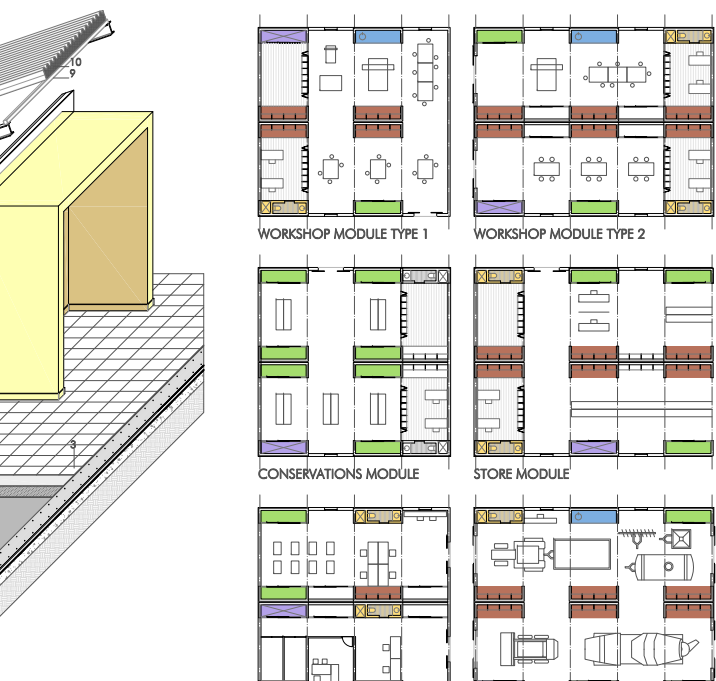
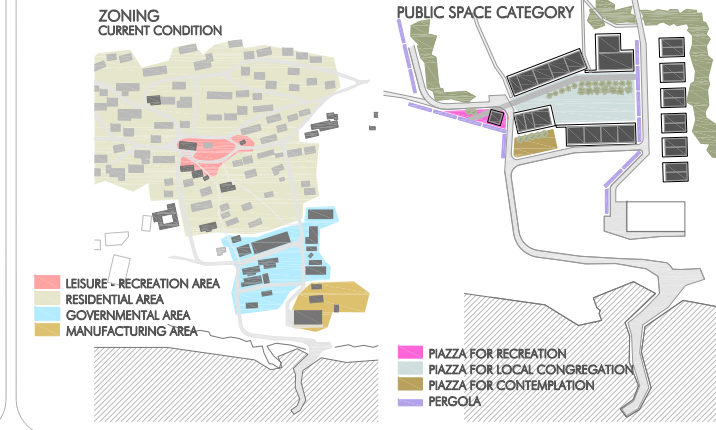
Our proposal is the creation of a place to embrace cultural identity. In other words, it comprises the careful arrangement of a set of well-organized buildings, accommodating the local administration and the rest of communal departments, and within the main square where social meetings, leisure activities and social interaction are possible.

This piazza is intended to be a second home and at the same time a shopping mall, day care center, reading room, catwalk, singles club, casino, open-door theatre, sanctuary, with-office, ballroom, sports and game area. Throughout the day residents can come to the piazza to flirt, buy a present, catch up on gossip, show off a new outfit, play cards, complain about the weather, talk politics or just soak in the scene.

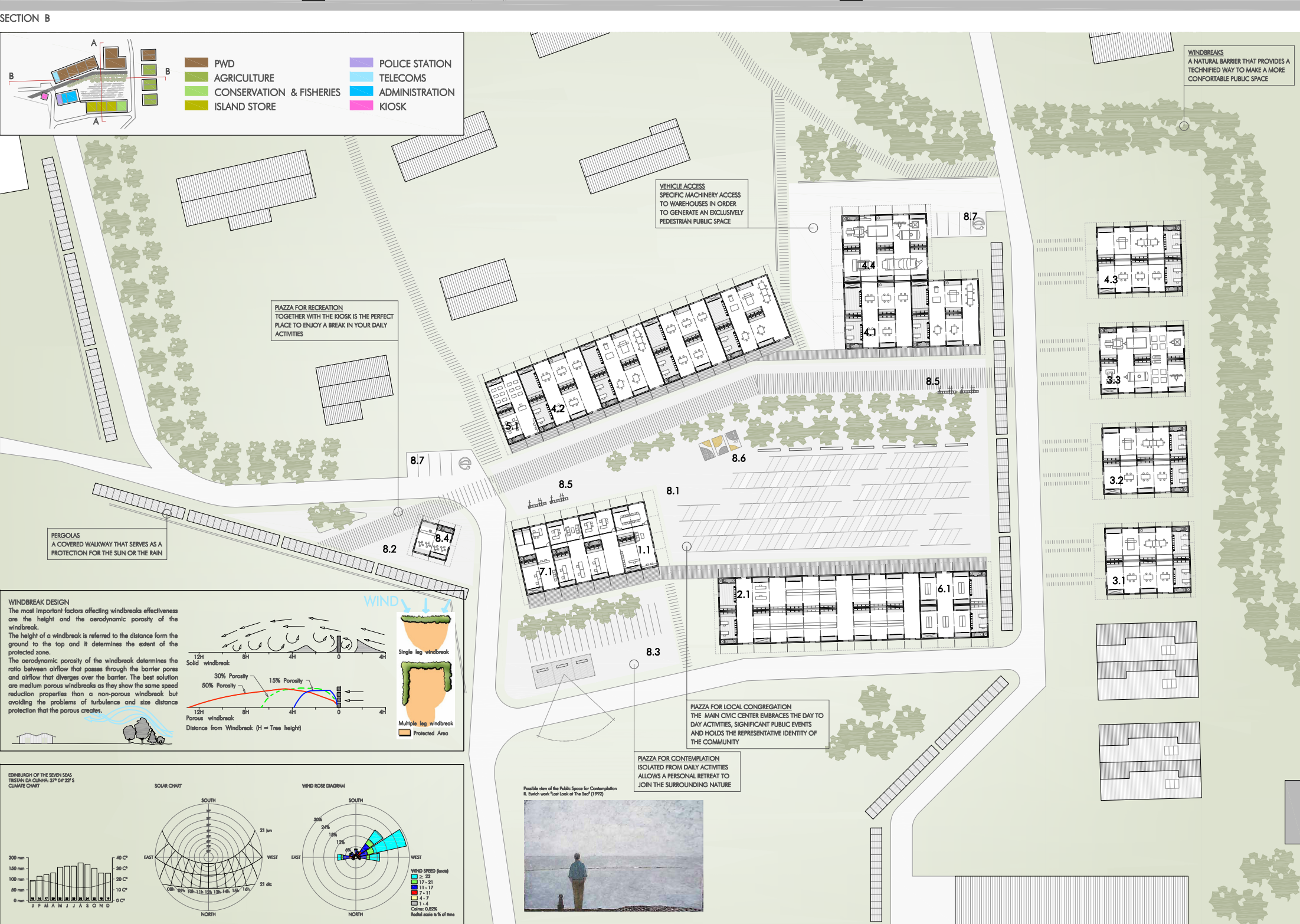
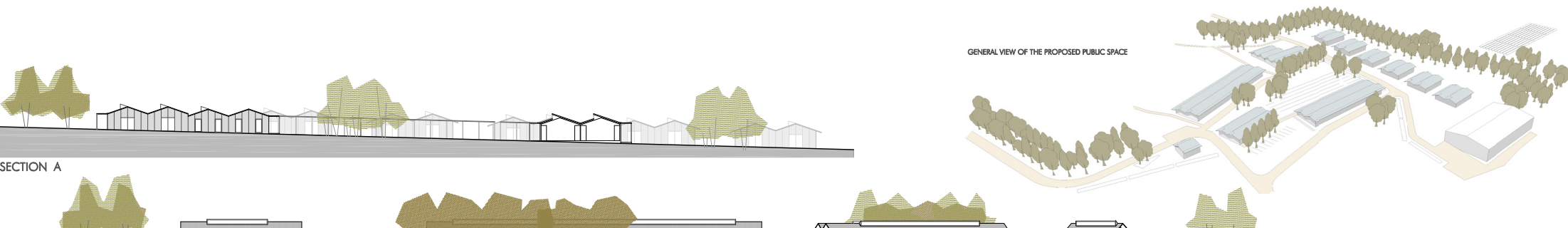
It is an open exterior space that connects the city, makes it inclusive. Connected by streets to other micro-public spaces and other sectors of the town, the piazza creates a sense of community and togetherness while framing views to the landscape.

New buildings, linear porches and freestanding pergolas will combine to define this significant enclosure, this outdoor communal room which can enhance the community's sense of identity and genius loci.

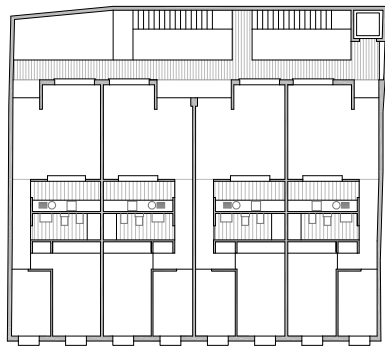
To make the construction process easier, the use of light prefabricated architecture in addition to a series of sustainable measures has been considered.



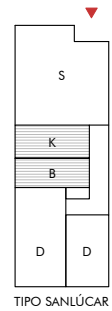
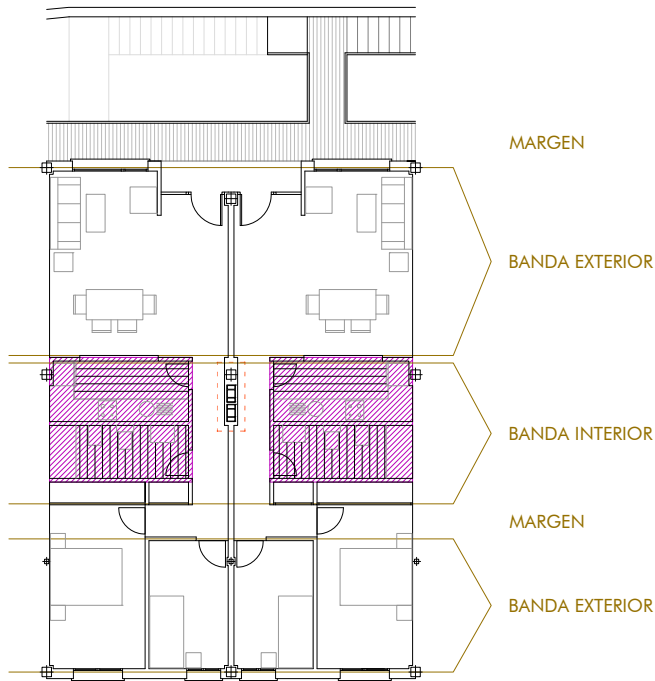
GOVERNMENT BUILDINGS		
TITLE	FUNCTIONS ACCOMMODATED	AREA
ADMINISTRATION	1.1 FINANCE & ADMINISTRATION OFFICES	339.60 m ²
ISLAND STORE	2.1 SUPERMARKET, OFFICE & STORES	677.10 m ²
AGRICULTURE	3.1 AGRICULTURE, ELECTRICAL & PLUMBING, STORES	285.45 m ²
	3.2 AGRICULTURE SAWMILL & STORE	285.45 m ²
	3.3 AGRICULTURE STORAGE	285.45 m ²
PWD	4.1 PWD MECHANICAL	454.20 m ²
	4.2 PWD GENERAL (4 buildings)	904.20 m ²
	4.3 PWD MECHANICAL WORKSHOP AND STORES	285.45 m ²
	4.4 PWD STORAGE	285.45 m ²
TELECOMS	5.1 OFFICES & STORES	114.60 m ²
CONSERVATION & FISHERIES	6.1 OFFICES, LABORATORY & STORES	227.10 m ²
POLICE STATION	7.1 POLICE OFFICE & GAOL	114.60 m ²
URBAN PUBLIC SPACE	8.1 PUBLIC SPACE FOR CONGREGATION	(3645.10 m ²)
	8.2 PUBLIC SPACE FOR RECREATION	(420.60 m ²)
	8.3 PUBLIC SPACE FOR CONTEMPLATION	(676.10 m ²)
	8.4 MULTI PURPOSE KIOSK	57.30 m ²
	8.5 PARKING FOR BICYCLES	
	8.6 PLAYGROUND	
	8.7 PLUG-IN ELECTRIC CAR PARKING	
TOTAL BUILD-UP AREA		4305.95 m ²
PUBLIC SPACE AREA		4741.80 m ²



9 VIVIENDAS EN EL CENTRO HISTÓRICO SANLÚCAR DE BARRAMEDA. CÁDIZ

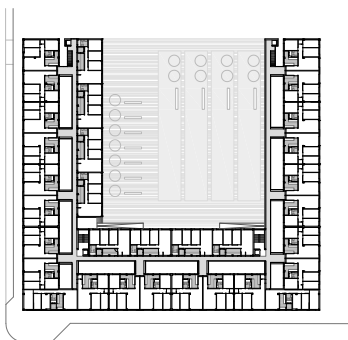


0 2 5 10 m

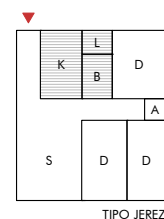
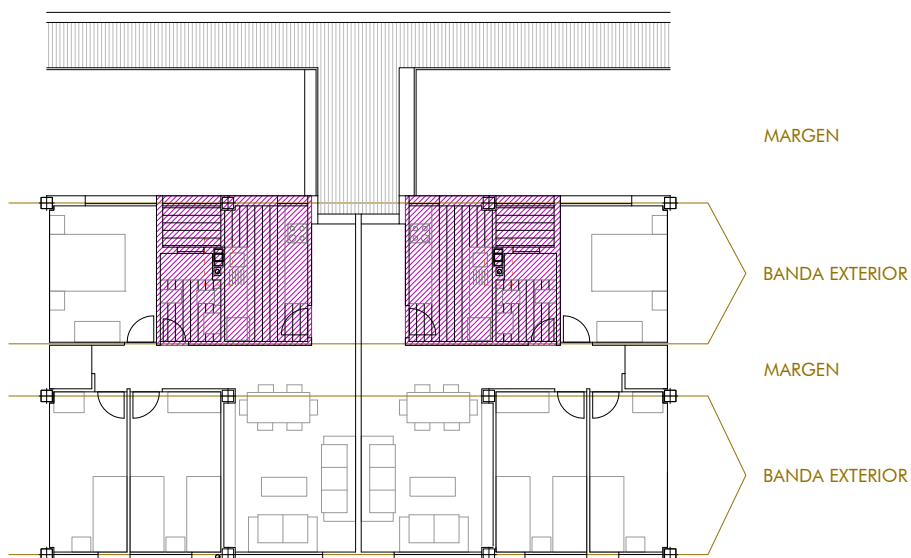


		SÍ	NO
1	ORGANIZACIÓN POR BANDAS	X	--
2	EXISTENCIA DE UNA BANDA INTERIOR	X	--
3	DISPOSICIÓN CONCENTRADA DE SOPORTES	X	--
4	AGRUPACIÓN DE NÚCLEOS HÚMEDOS	X	--
5	INSTALACIONES REGISTRABLES DESDE ZONAS COMUNES	--	X
6	FACHADA MODULADA	X	--
7	DISTINTAS POSIBILIDADES DE REDISTRIBUCIÓN INTERIOR	--	X
8	TERRAZA EXTERIOR DE USO PARTICULAR	--	X
9	GALERÍA COMUNITARIA DE ACCESO	X	--
10	OBSERVACIONES:		

112 VIVIENDAS PROTEGIDAS EN JEREZ DE LA FRONTERA. CÁDIZ

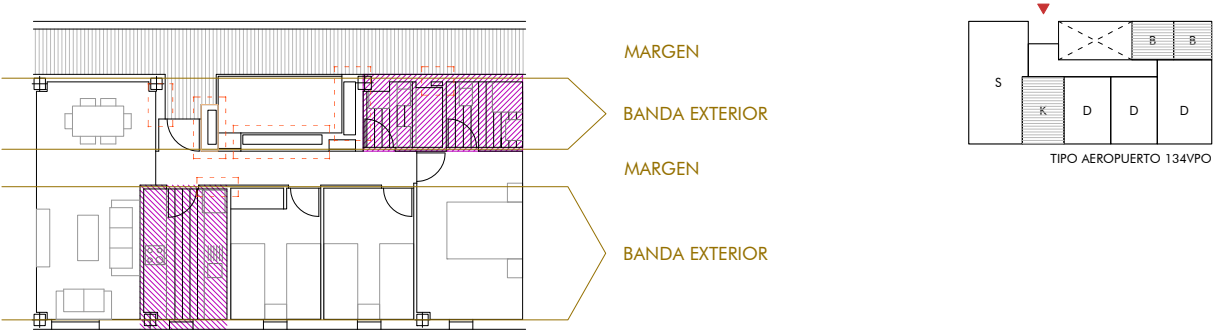
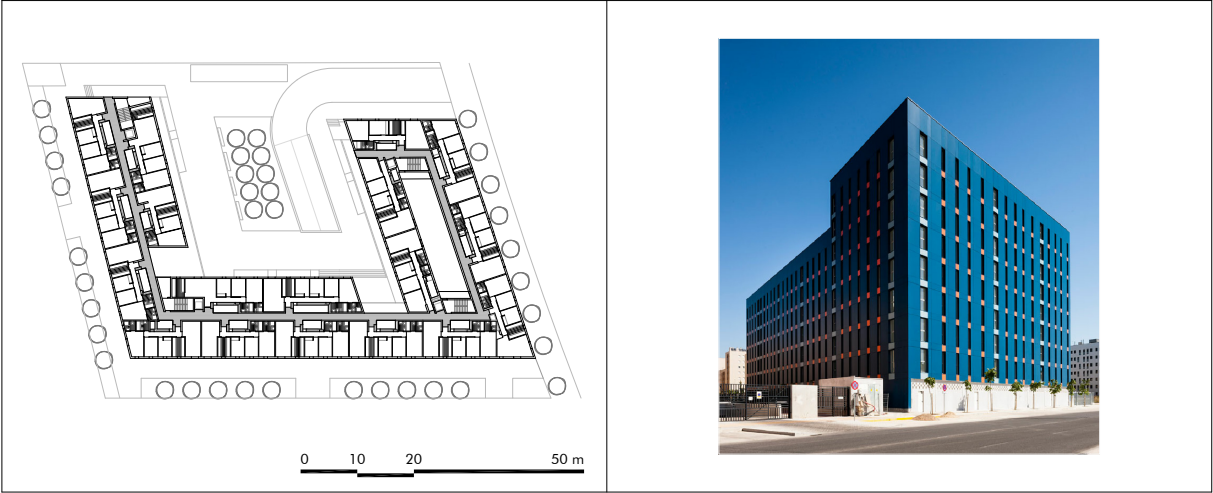


0 10 50 100 m



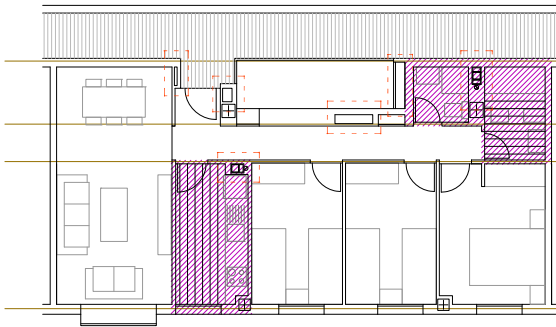
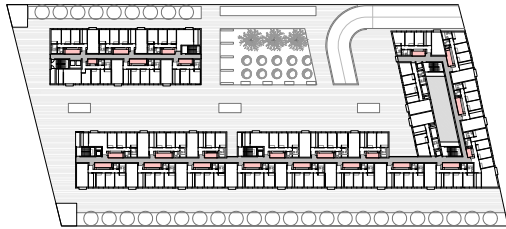
		SÍ	NO
1	ORGANIZACIÓN POR BANDAS	X	--
2	EXISTENCIA DE UNA BANDA INTERIOR	--	X
3	DISPOSICIÓN CONCENTRADA DE SOPORTES	X	--
4	AGRUPACIÓN DE NÚCLEOS HÚMEDOS	X	--
5	INSTALACIONES REGISTRABLES DESDE ZONAS COMUNES	--	X
6	FACHADA MODULADA	X	--
7	DISTINTAS POSIBILIDADES DE REDISTRIBUCIÓN INTERIOR	X	--
8	TERRAZA EXTERIOR DE USO PARTICULAR	--	X
9	GALERÍA COMUNITARIA DE ACCESO	X	--
10	OBSERVACIONES:		

134 VIVIENDAS PROTEGIDAS EN EL POLÍGONO AEROPUERTO. SEVILLA

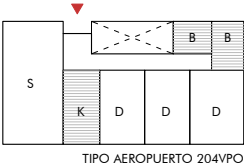


		SÍ	NO
1	ORGANIZACIÓN POR BANDAS	X	--
2	EXISTENCIA DE UNA BANDA INTERIOR	--	X
3	DISPOSICIÓN CONCENTRADA DE SOPORTES	X	--
4	AGRUPACIÓN DE NÚCLEOS HÚMEDOS	--	X
5	INSTALACIONES REGISTRABLES DESDE ZONAS COMUNES	X	--
6	FACHADA MODULADA	X	--
7	DISTINTAS POSIBILIDADES DE REDISTRIBUCIÓN INTERIOR	--	X
8	TERRAZA EXTERIOR DE USO PARTICULAR	--	X
9	GALERÍA COMUNITARIA DE ACCESO	X	--
10	OBSERVACIONES:		

204 VIVIENDAS PROTEGIDAS EN EL POLÍGONO AEROPUERTO. SEVILLA

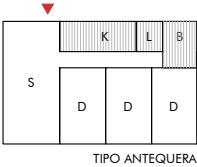
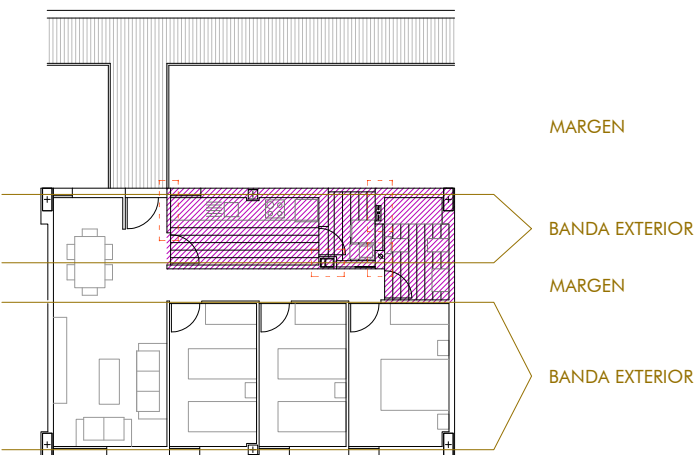
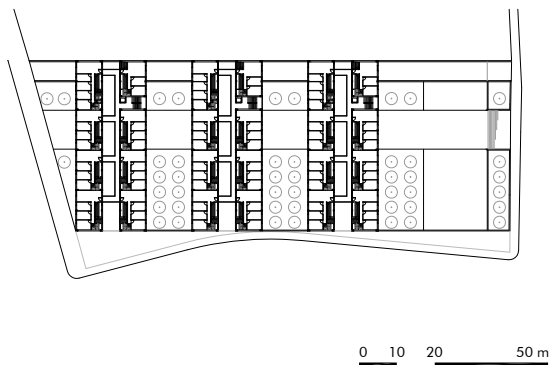


MARGEN
BANDA EXTERIOR
MARGEN
BANDA EXTERIOR



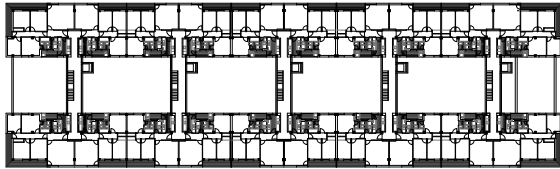
		SÍ	NO
1	ORGANIZACIÓN POR BANDAS	X	--
2	EXISTENCIA DE UNA BANDA INTERIOR	--	X
3	DISPOSICIÓN CONCENTRADA DE SOPORTES	X	--
4	AGRUPACIÓN DE NÚCLEOS HÚMEDOS	--	X
5	INSTALACIONES REGISTRABLES DESDE ZONAS COMUNES	X	--
6	FACHADA MODULADA	X	--
7	DISTINTAS POSIBILIDADES DE REDISTRIBUCIÓN INTERIOR	--	X
8	TERRAZA EXTERIOR DE USO PARTICULAR	--	X
9	GALERÍA COMUNITARIA DE ACCESO	X	--
10	OBSERVACIONES:		

84 VIVIENDAS PROTEGIDAS EN ANTEQUERA. MÁLAGA

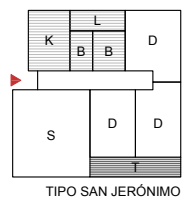
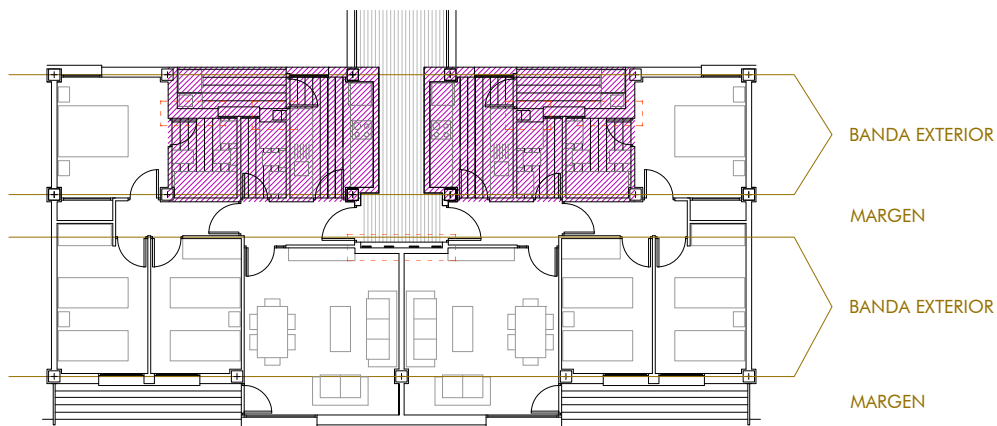


		SÍ	NO
1	ORGANIZACIÓN POR BANDAS	X	--
2	EXISTENCIA DE UNA BANDA INTERIOR	--	X
3	DISPOSICIÓN CONCENTRADA DE SOPORTES	X	--
4	AGRUPACIÓN DE NÚCLEOS HÚMEDOS	X	--
5	INSTALACIONES REGISTRABLES DESDE ZONAS COMUNES	--	X
6	FACHADA MODULADA	X	--
7	DISTINTAS POSIBILIDADES DE REDISTRIBUCIÓN INTERIOR	X	--
8	TERRAZA EXTERIOR DE USO PARTICULAR	--	X
9	GALERÍA COMUNITARIA DE ACCESO	X	--
10	OBSERVACIONES:		

68 VIVIENDAS PROTEGIDAS EN EL BARRIO DE SAN JERÓNIMO. SEVILLA



0 5 10 30 m

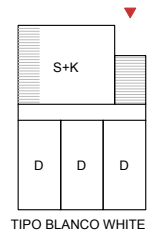
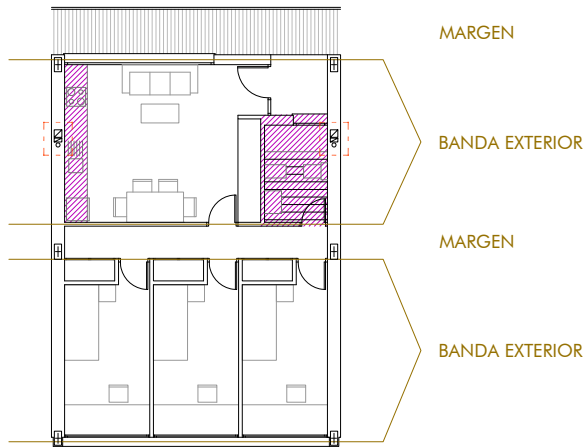


		SÍ	NO
1	ORGANIZACIÓN POR BANDAS	X	--
2	EXISTENCIA DE UNA BANDA INTERIOR	--	X
3	DISPOSICIÓN CONCENTRADA DE SOPORTES	X	--
4	AGRUPACIÓN DE NÚCLEOS HÚMEDOS	X	--
5	INSTALACIONES REGISTRABLES DESDE ZONAS COMUNES	X	--
6	FACHADA MODULADA	X	--
7	DISTINTAS POSIBILIDADES DE REDISTRIBUCIÓN INTERIOR	X	--
8	TERRAZA EXTERIOR DE USO PARTICULAR	X	--
9	GALERÍA COMUNITARIA DE ACCESO	X	--
10	OBSERVACIONES:		

RESIDENCIA DE ESTUDIANTES EN EL COMPLEJO EDUCATIVO "BLANCO WHITE". SEVILLA

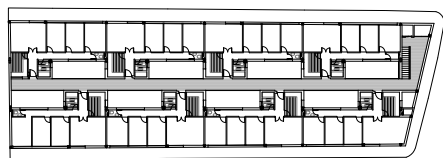


0 10 20 50 m

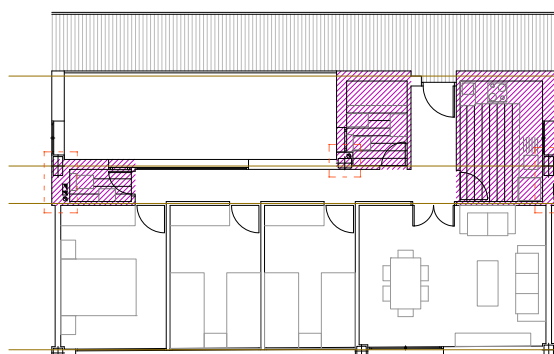


		SÍ	NO
1	ORGANIZACIÓN POR BANDAS	X	--
2	EXISTENCIA DE UNA BANDA INTERIOR	--	X
3	DISPOSICIÓN CONCENTRADA DE SOPORTES	X	--
4	AGRUPACIÓN DE NÚCLEOS HÚMEDOS	--	X
5	INSTALACIONES REGISTRABLES DESDE ZONAS COMUNES	--	X
6	FACHADA MODULADA	X	--
7	DISTINTAS POSIBILIDADES DE REDISTRIBUCIÓN INTERIOR	X	--
8	TERRAZA EXTERIOR DE USO PARTICULAR	--	X
9	GALERÍA COMUNITARIA DE ACCESO	X	--
10	OBSERVACIONES:		

20 VIVIENDAS PROTEGIDAS EN VILLAVERDE DEL RÍO. SEVILLA



0 5 10 25 m

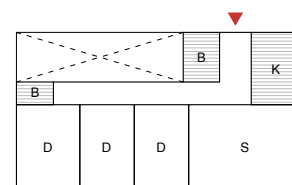


MARGEN

BANDA EXTERIOR

MARGEN

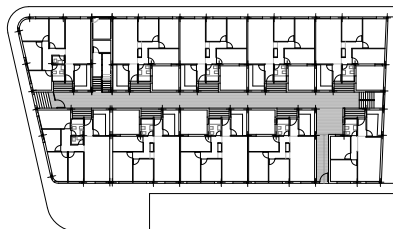
BANDA EXTERIOR



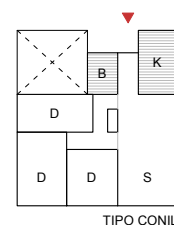
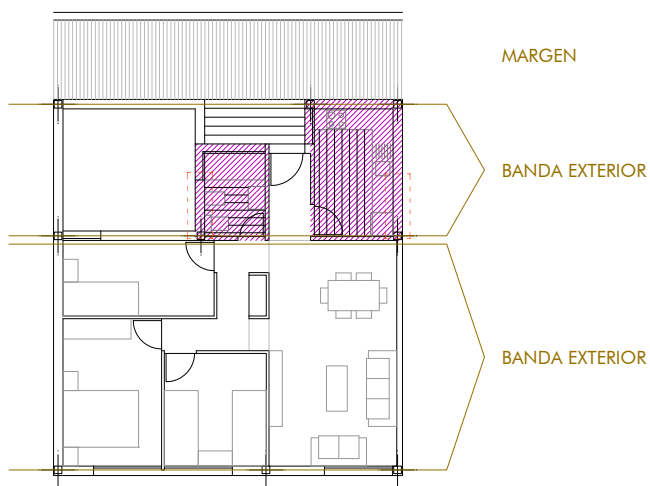
TIPO VILLAVERDE

		SÍ	NO
1	ORGANIZACIÓN POR BANDAS	X	--
2	EXISTENCIA DE UNA BANDA INTERIOR	--	X
3	DISPOSICIÓN CONCENTRADA DE SOPORTES	X	--
4	AGRUPACIÓN DE NÚCLEOS HÚMEDOS	X	--
5	INSTALACIONES REGISTRABLES DESDE ZONAS COMUNES	--	X
6	FACHADA MODULADA	X	--
7	DISTINTAS POSIBILIDADES DE REDISTRIBUCIÓN INTERIOR	X	--
8	TERRAZA EXTERIOR DE USO PARTICULAR	--	X
9	GALERÍA COMUNITARIA DE ACCESO	X	--
10	OBSERVACIONES:		

30 VIVIENDAS PROTEGIDAS EN CONIL. CÁDIZ

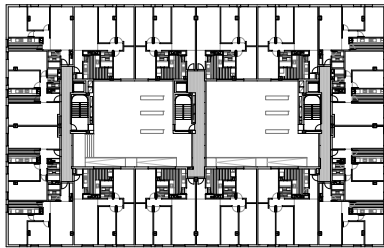


0 5 10 20 m

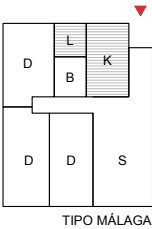
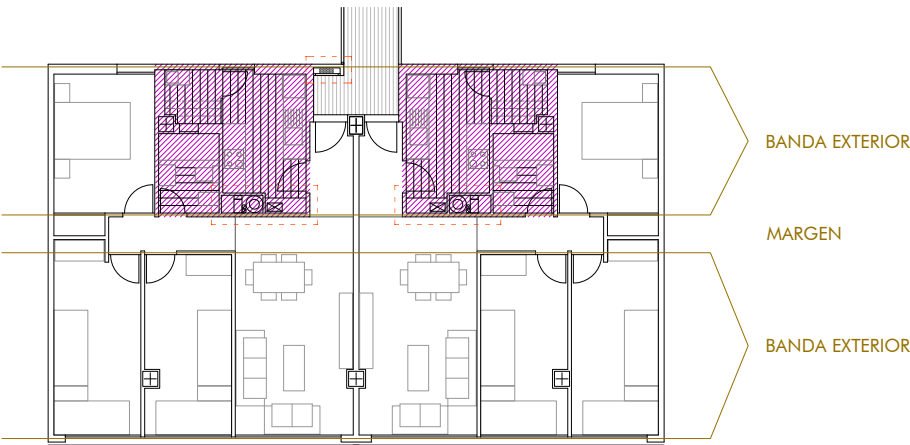
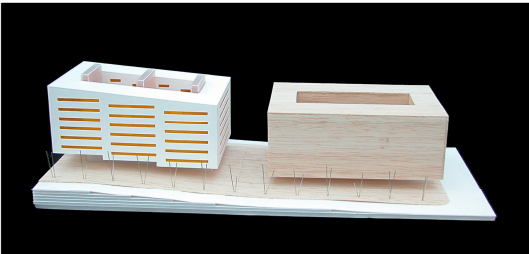


		SÍ	NO
1	ORGANIZACIÓN POR BANDAS	X	--
2	EXISTENCIA DE UNA BANDA INTERIOR	--	X
3	DISPOSICIÓN CONCENTRADA DE SOPORTES	X	--
4	AGRUPACIÓN DE NÚCLEOS HÚMEDOS	X	--
5	INSTALACIONES REGISTRABLES DESDE ZONAS COMUNES	X	--
6	FACHADA MODULADA	X	--
7	DISTINTAS POSIBILIDADES DE REDISTRIBUCIÓN INTERIOR	X	--
8	TERRAZA EXTERIOR DE USO PARTICULAR	--	X
9	GALERÍA COMUNITARIA DE ACCESO	X	--
10	OBSERVACIONES:		

108 VIVIENDAS PROTEGIDAS EN EL PARQUE NORTE. MÁLAGA



0 5 10 25 m



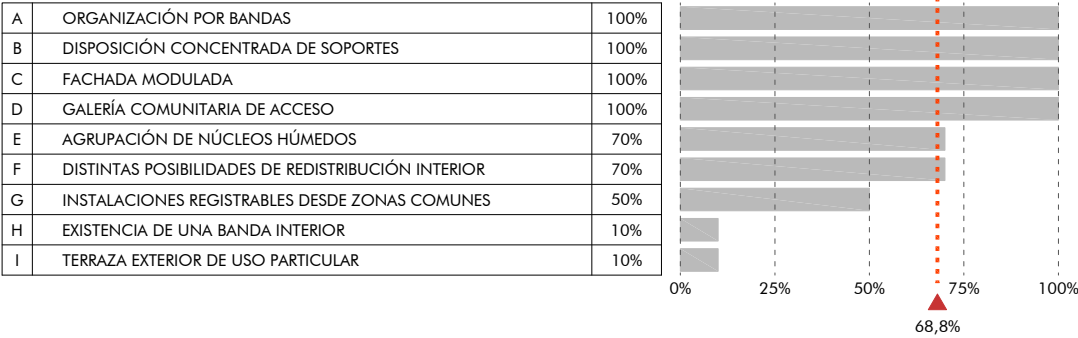
TIPO MÁLAGA

		SÍ	NO
1	ORGANIZACIÓN POR BANDAS	X	--
2	EXISTENCIA DE UNA BANDA INTERIOR	--	X
3	DISPOSICIÓN CONCENTRADA DE SOPORTES	X	--
4	AGRUPACIÓN DE NÚCLEOS HÚMEDOS	X	--
5	INSTALACIONES REGISTRABLES DESDE ZONAS COMUNES	X	--
6	FACHADA MODULADA	X	--
7	DISTINTAS POSIBILIDADES DE REDISTRIBUCIÓN INTERIOR	X	--
8	TERRAZA EXTERIOR DE USO PARTICULAR	--	X
9	GALERÍA COMUNITARIA DE ACCESO	X	--
10	OBSERVACIONES:		

ANÁLISIS DE 10 PROMOCIONES DE VIVIENDAS SEGÚN LA TEORÍA DE SOPORTES

Se analizan 10 promociones de viviendas que forman parte de la experiencia profesional propia del doctorando y se puede observar cómo muchos los conceptos que propone Habraken en su Teoría de los Soportes están presentes en la mayoría de las obras.

		9 VIVIENDAS EN EL CENTRO HISTÓRICO SAN LÚCAR DE BARRAMEDA . CÁDIZ											
		112 VIVIENDAS PROTEGIDAS EN JEREZ DE LA FRONTERA . CÁDIZ											
		134 VIVIENDAS PROTEGIDAS EN EL POLÍGONO AEROPUERTO . SEVILLA											
		204 VIVIENDAS PROTEGIDAS EN EL POLÍGONO AEROPUERTO . MÁLAGA											
		84 VIVIENDAS PROTEGIDAS EN EL POLÍGONO AEROPUERTO . MÁLAGA											
		68 VIVIENDAS PROTEGIDAS EN EL COMPLEJO EDUCATIVO "BLANCO WHITE" . SEVILLA											
		RESIDENCIA DE ESTUDIANTES EN EL BARRIO DE SAN JERÓNIMO . SEVILLA											
		20 VIVIENDAS PROTEGIDAS EN VILLAYERDE DEL RÍO . CÁDIZ											
		30 VIVIENDAS PROTEGIDAS EN EL PARQUE NORTE . MÁLAGA											
		108 VIVIENDAS PROTEGIDAS EN EL PARQUE NORTE . MÁLAGA											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	ORGANIZACIÓN POR BANDAS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10/10	100%
2	EXISTENCIA DE UNA BANDA INTERIOR	X	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1/10	10%
3	DISPOSICIÓN CONCENTRADA DE SOPORTES	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10/10	100%
4	AGRUPACIÓN DE NÚCLEOS HÚMEDOS	X	X	--	--	X	X	--	X	X	X	7/10	70%
5	INSTALACIONES REGISTRABLES DESDE ZONAS COMUNES	--	--	X	X	--	X	--	--	X	X	5/10	50%
6	FACHADA MODULADA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10/10	100%
7	DISTINTAS POSIBILIDADES DE REDISTRIBUCIÓN INTERIOR	--	X	--	--	X	X	X	X	X	X	7/10	70%
8	TERRAZA EXTERIOR DE USO PARTICULAR	--	--	--	--	--	X	--	--	--	--	1/10	10%
9	GALERÍA COMUNITARIA DE ACCESO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10/10	100%



- 1. telecomunicaciones
- 2. baja tensión
- 3. ventilación y saneamiento
- 4. ventilación
- 5. abastecimiento y gas
- 6. ventilación y saneamiento



línea de pilares [ver sótano]
línea de pilares [ver sótano]
línea de pilares [ver sótano]

SOPORTES.204

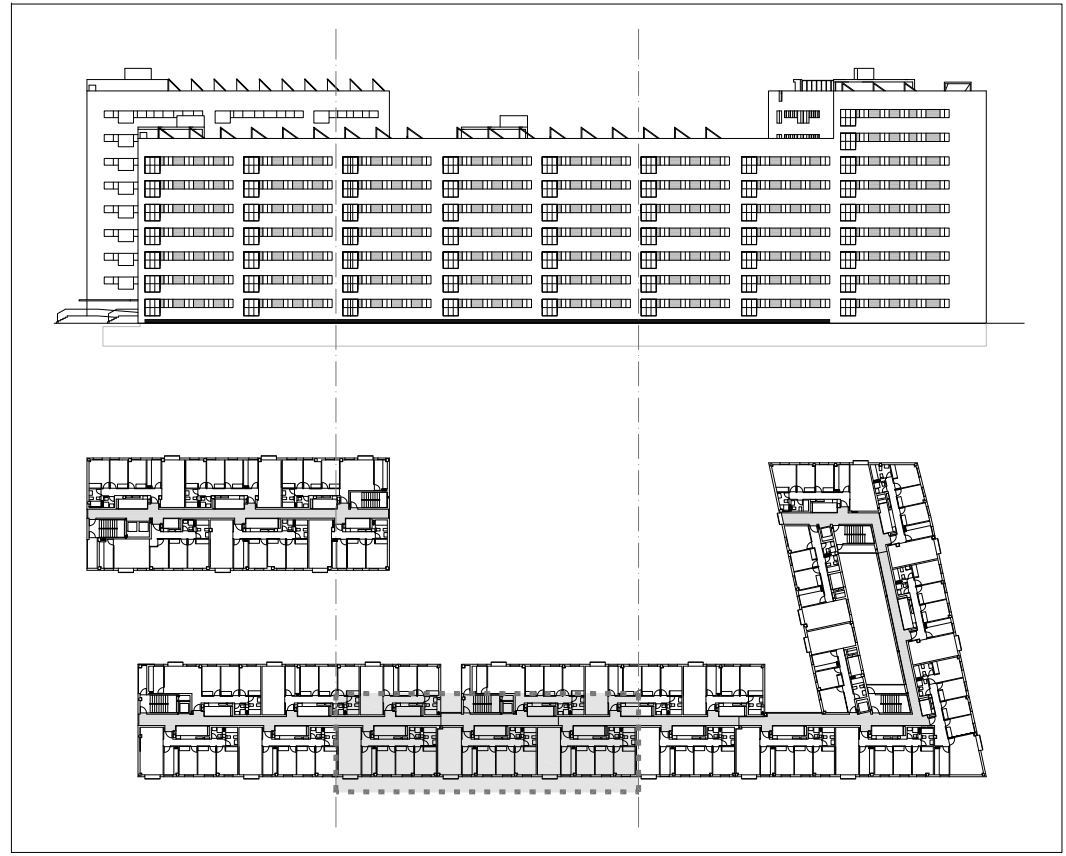
- equipo aseo tipo 3d:
- bañera, 1ud
 - ducha, 1 ud
 - lavabo, 2 ud
 - inodoro, 2 ud
 - bidé, 1 ud
- equipamiento de cocina

total almacenaje*
tipo 3d: 2.50m2 (6.75m3)
(nota*: no incluye db-hs2)

ANÁLISIS DE LA
VIVIENDA TIPO 3D

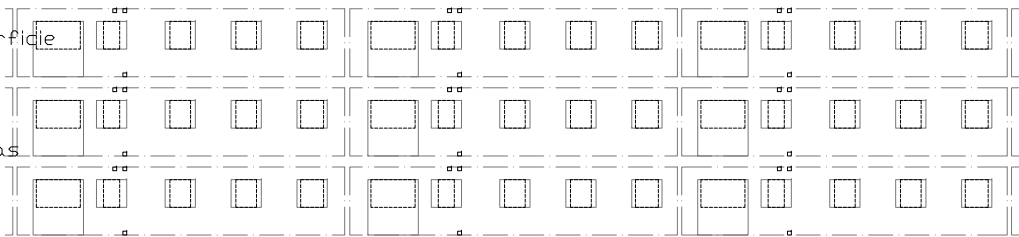
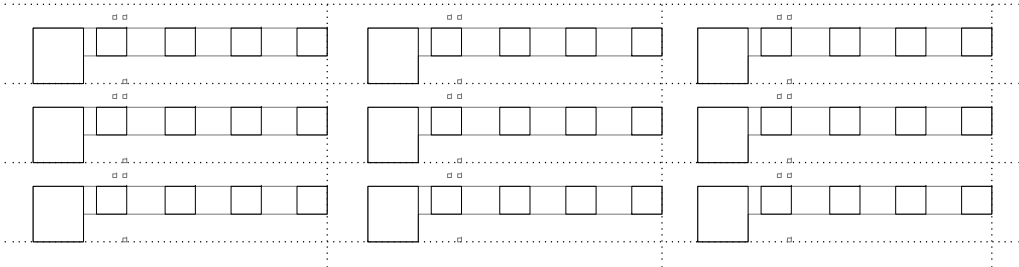
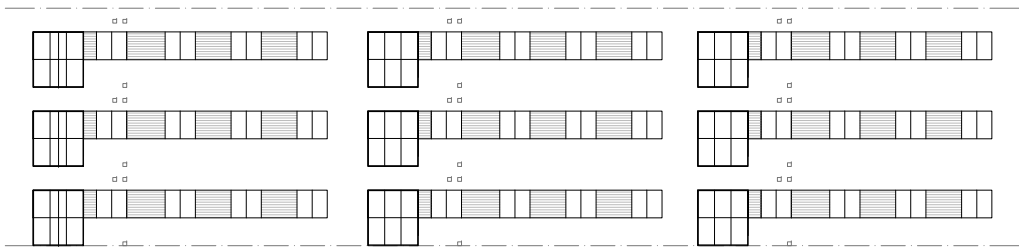
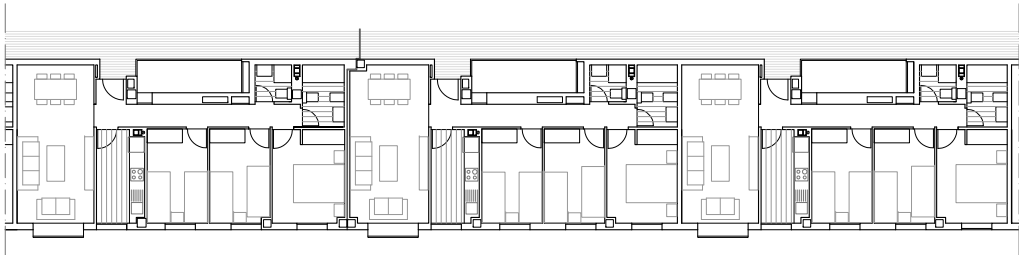
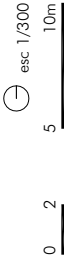
Descomposición de la
fachada en relación
con los soportes

esc 1/300
0 2 5 10m



ANÁLISIS DE LA
VIVIENDA TIPO 3D

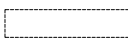
Descomposición de la
fachada en relación
con los soportes



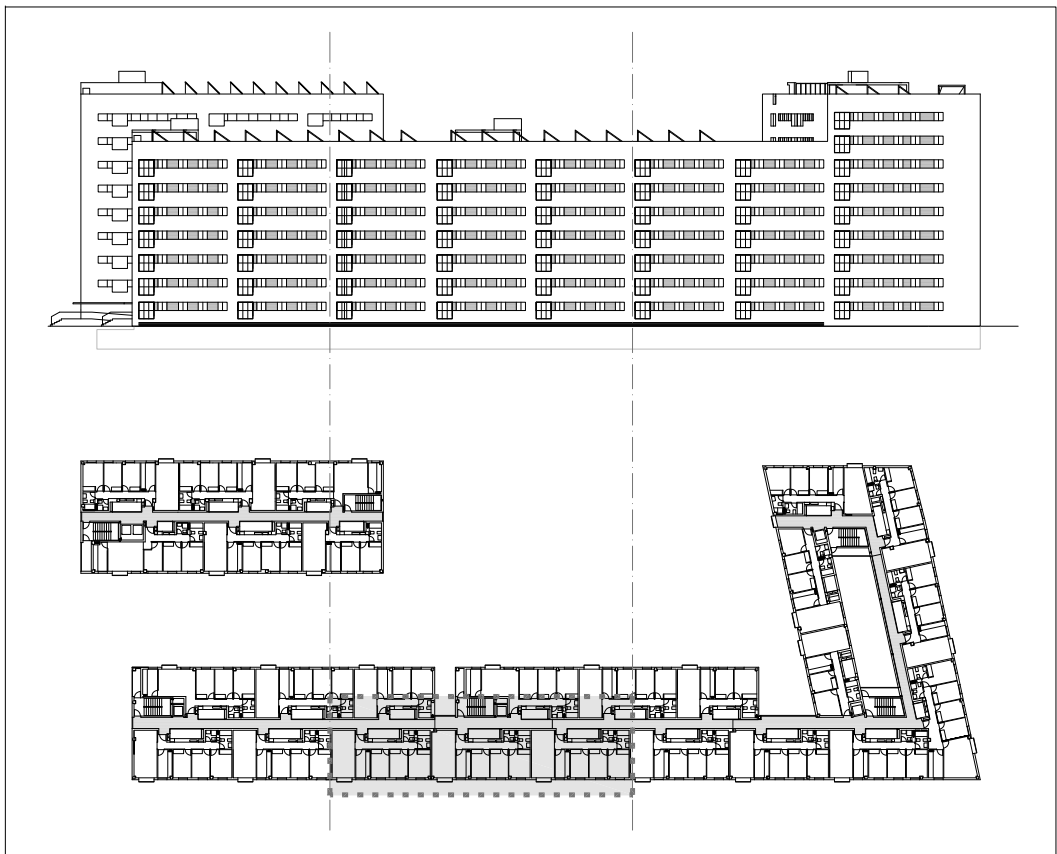
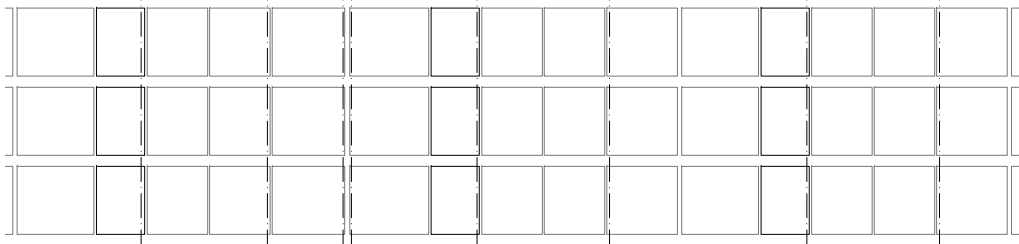
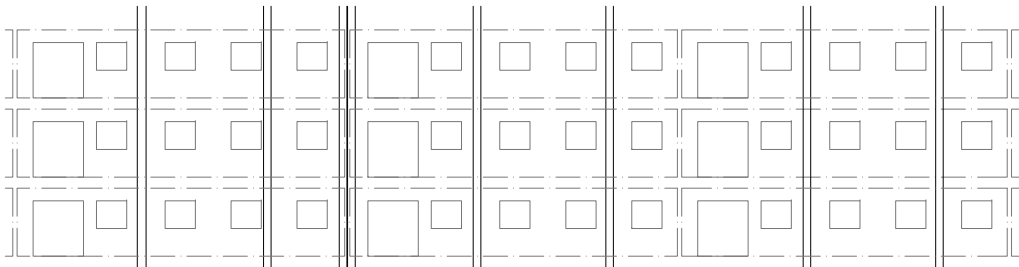
iluminación mínima 10% superficie
iluminación de proyecto

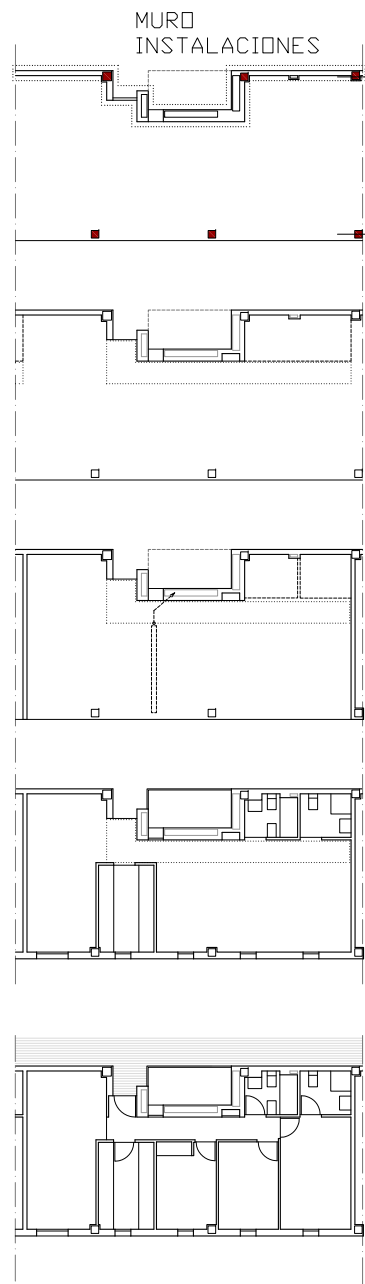


iluminación mínima suma estancias



iluminación mínima total



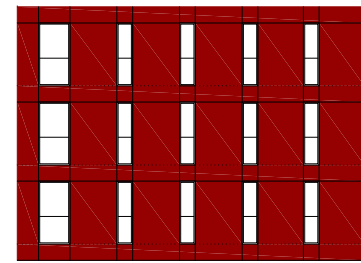


línea de pilares
[ok sótano]

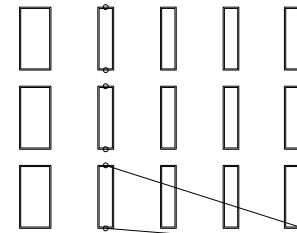
línea de pilares
[ok sótano]

SOPORTE.134

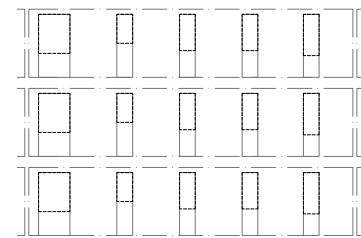
- = equipo aseo tipo 3D:
- bañera, 1ud
 - ducha, 1 ud
 - lavabo, 2 ud
 - inodoro, 2 ud
 - bidé, 1 ud
- = equipo cocina



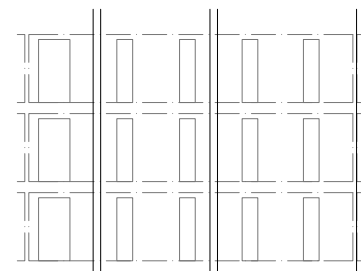
composición fachada



rejillas de ventilación (gas)
cocina integradas en carpintería



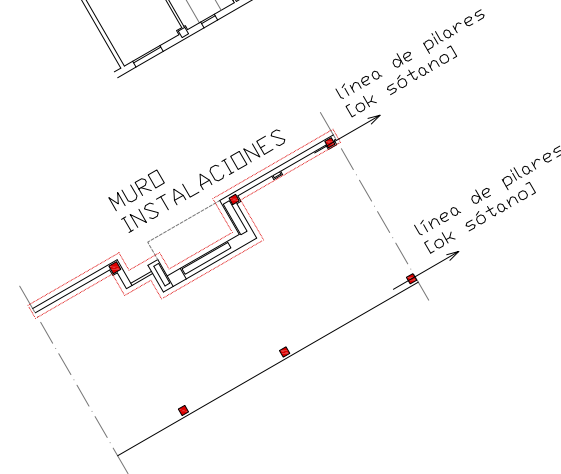
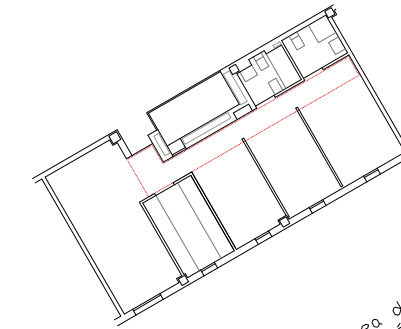
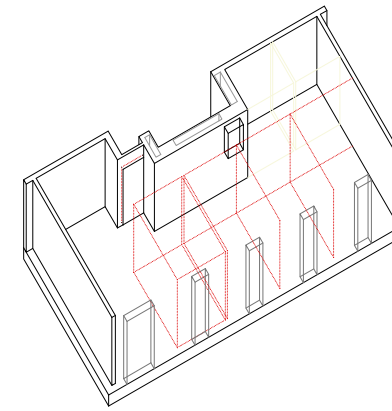
- iluminación mínima 10% superficie
- iluminación de proyecto
- iluminación mínima suma estancias
- iluminación mínima total



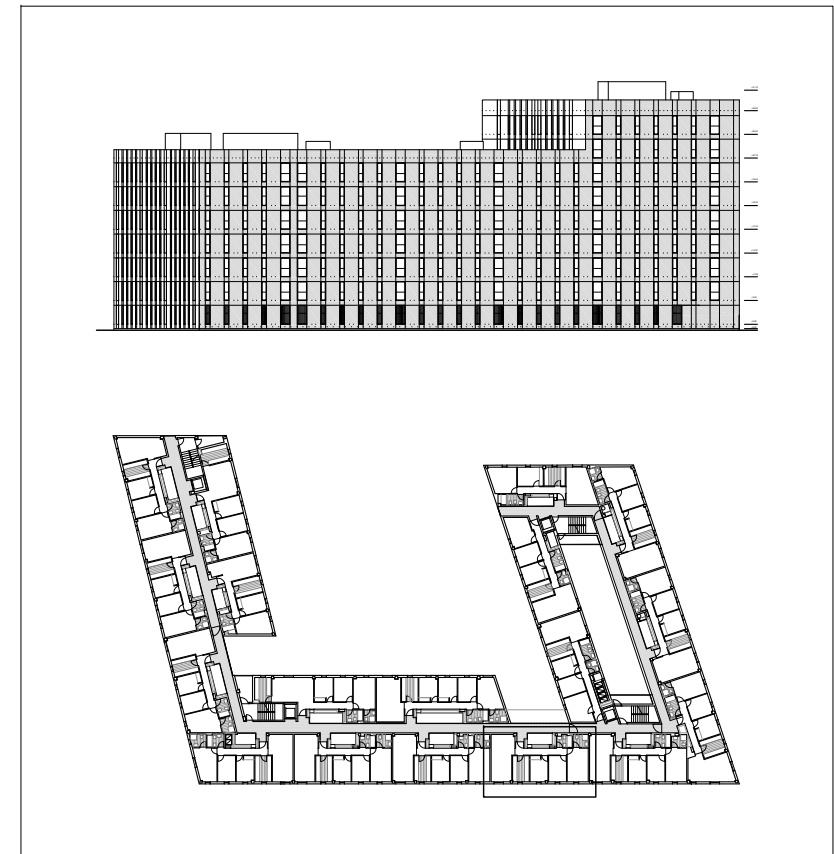
incidencia pilares en
fachada - huecos



incidencia pilares en
fachada - tabiquería



- 134vpo AEROPUERTO
- misma tipología 204
 - más flexible porque
avance normativa
 - muro hueco instalaciones

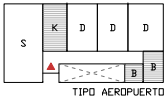


ANÁLISIS DE LA
VIVIENDA TIPO 3D

Descomposición de la
fachada en relación
con los soportes

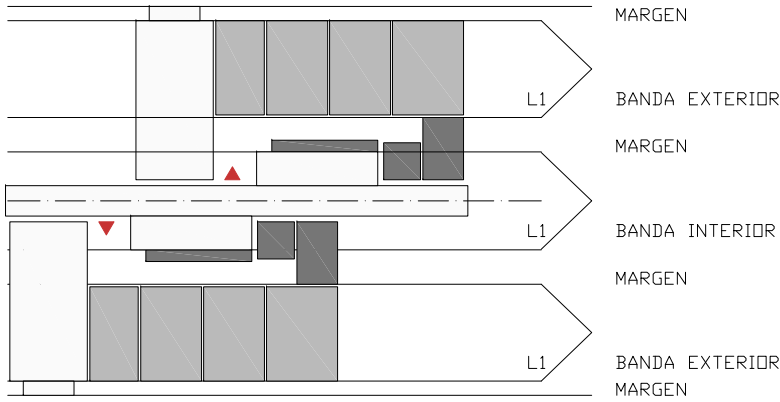
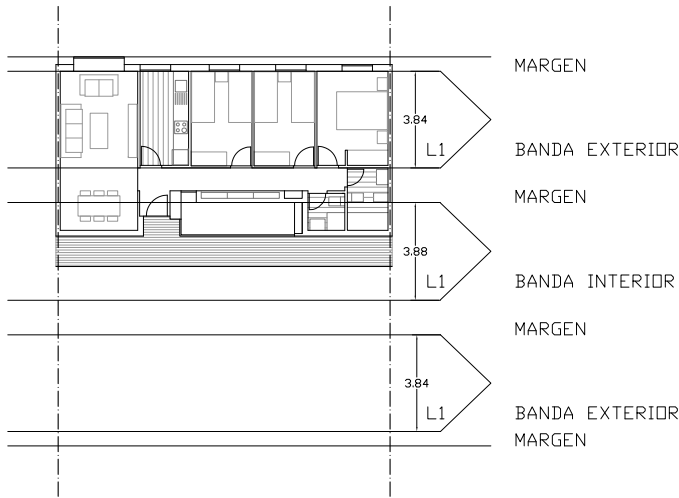
esc 1/300
0 2 5 10m

POLÍGONO DEL AEROPUERTO
204 VIVIENDAS

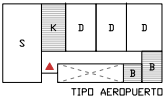


PROPUESTA. 01-A

- margen ext. son balcones
- banda ext. son usos generales y usos especiales
- margen int. son espacios de servicio
- banda int. son espacios de servicio y usos comunes-colectivos / cualificado PATIO
- id. simetría

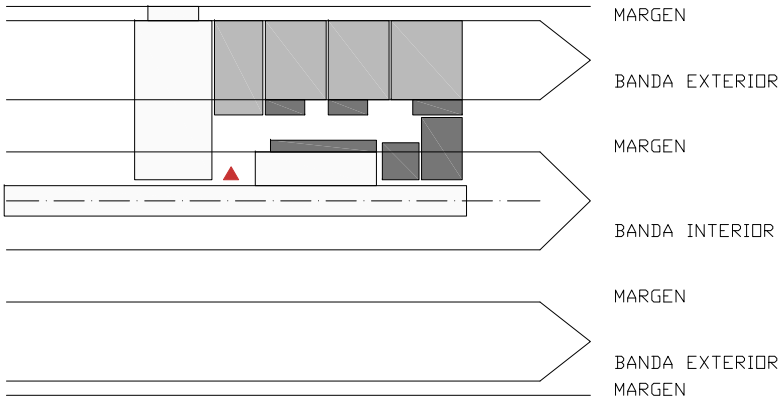
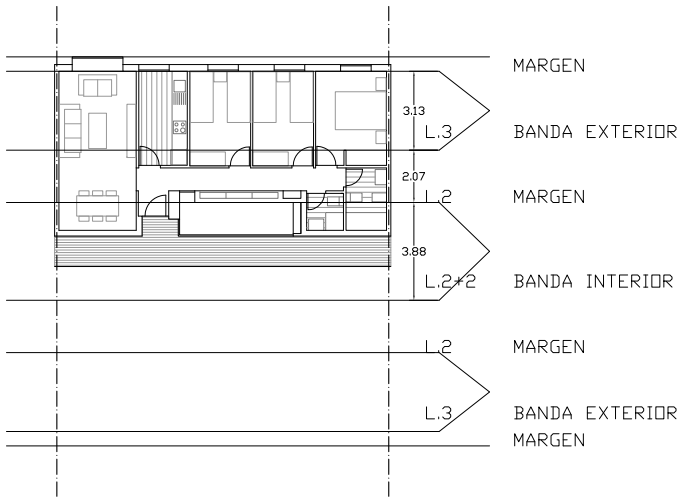


POLÍGONO DEL AEROPUERTO
204 VIVIENDAS

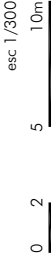


PROPUESTA. 01-B

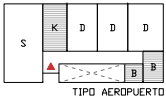
- armarios en zona de margen



Estableciendo los criterios de evaluación de la teoría de soportes de Habraken al edificio de 204vpo en Polígono Aeropuerto (Sevilla)

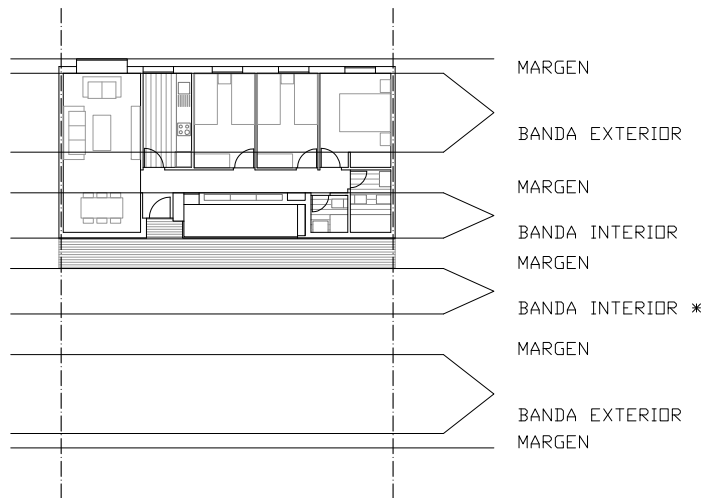


POLÍGONO DEL AEROPUERTO
204 VIVIENDAS

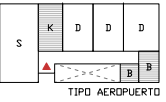


PROPUESTA. 02-A

[ext./ marg./ int.-patio] margen [int./ marg./ ext.]

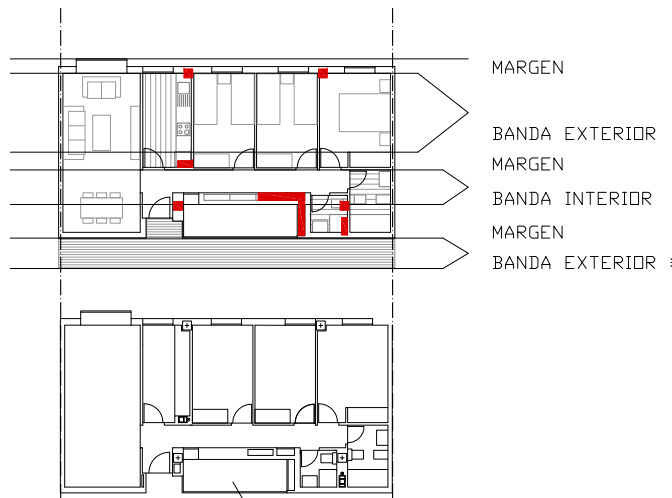


POLÍGONO DEL AEROPUERTO
204 VIVIENDAS



PROPUESTA. 02-B

[ext./ marg./ int.] marg.-patio/ ext*

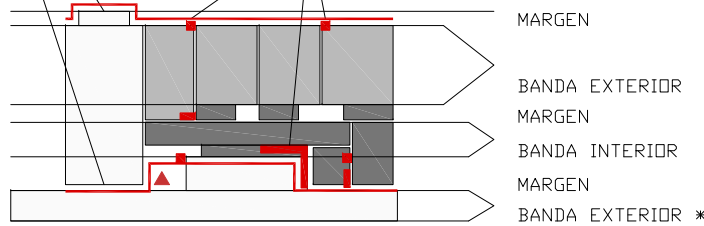


PATIO DE VENTILACIÓN
CRUZADA DE GALERÍAS.

HABRAKEN tiene estudio tipologías de bloques, con
acceso por galería exterior - zona nueva se
llama zona gamma

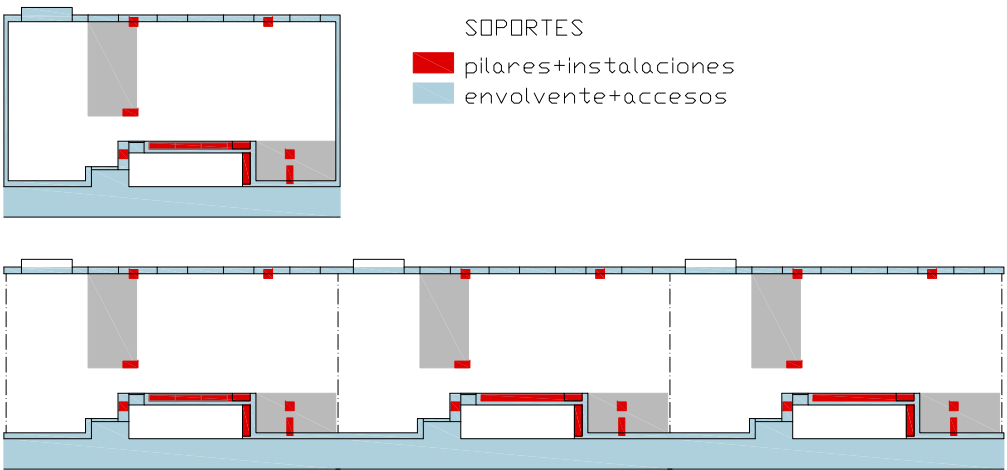
SOPORTES
también las FACHADAS

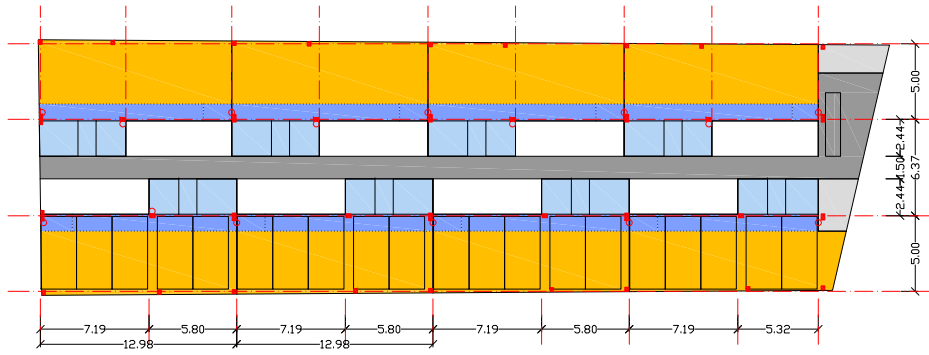
SOPORTES
pilares y montantes instalaciones
(edif. altura)



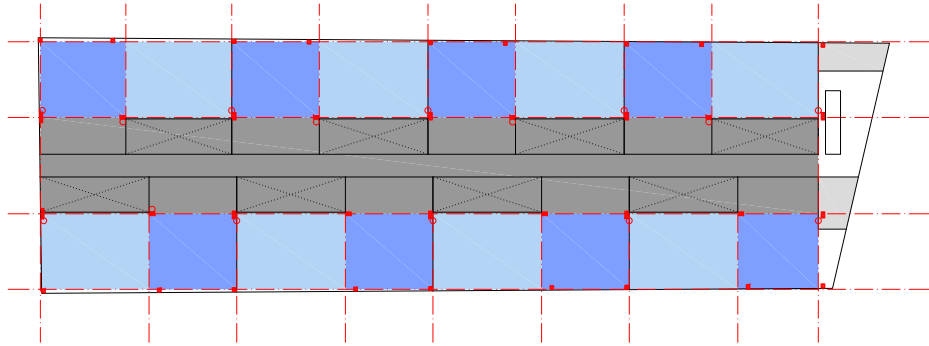
SOPORTES

■ pilares+instalaciones
■ envoltente+accesos

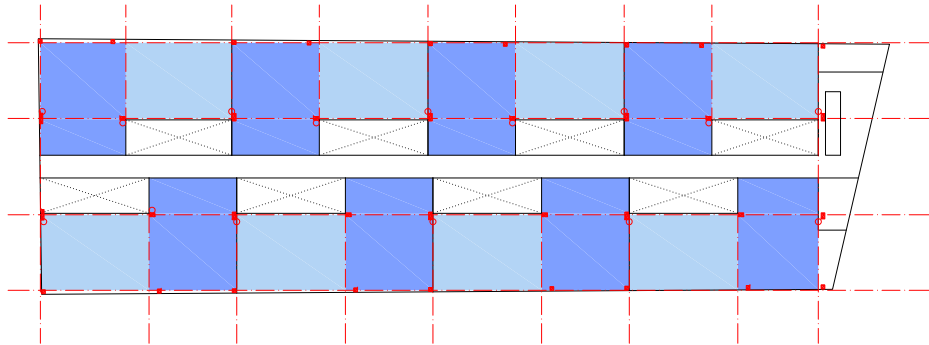




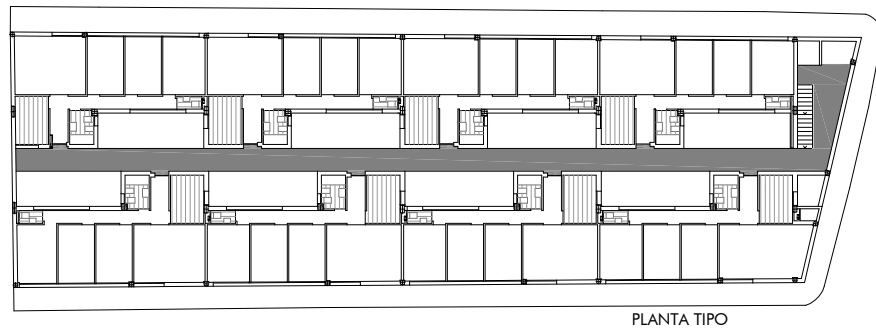
GEOMETRÍA.01



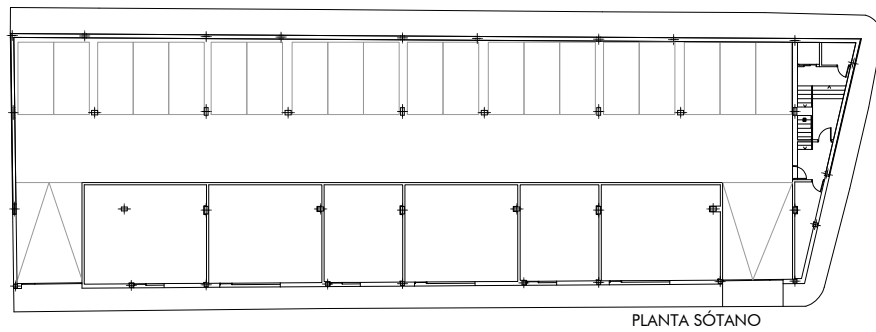
GEOMETRÍA.02



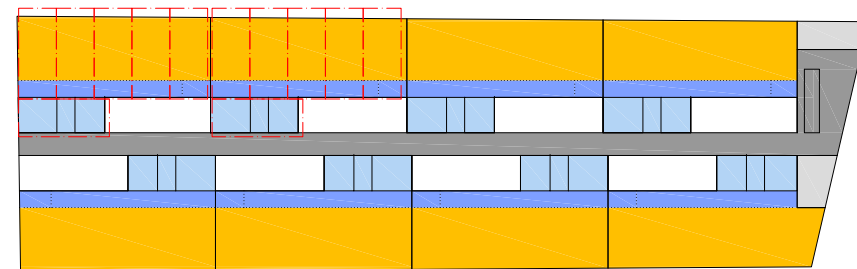
GEOMETRÍA.03



PLANTA TIPO



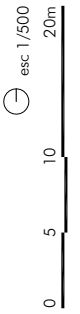
PLANTA SÓTANO



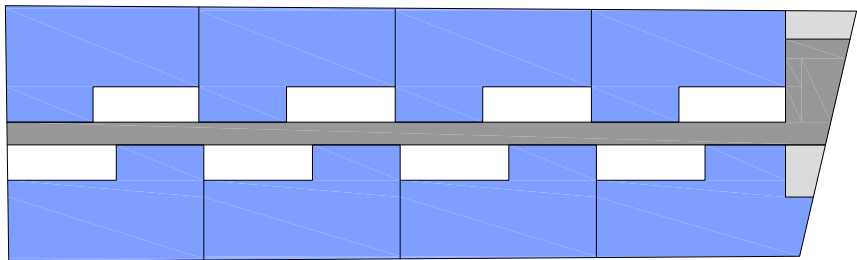
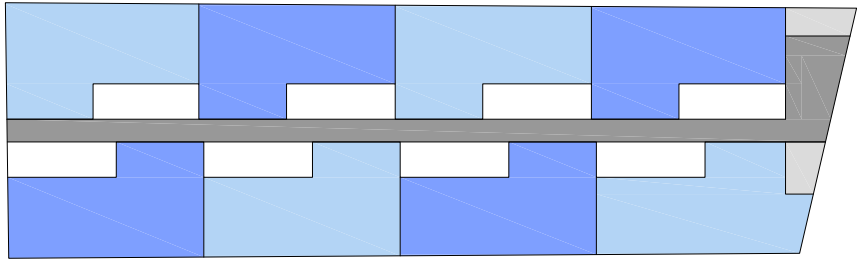
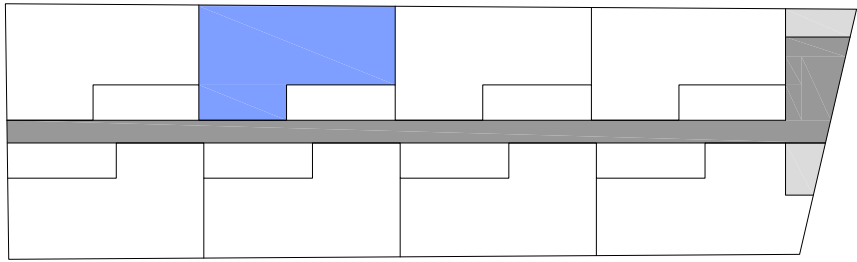
***MÓDULOS TRANSPORTE, PRUEBA

ESTUDIOS DE GEOMETRÍA
DE LA VIVIENDA TIPO
3D

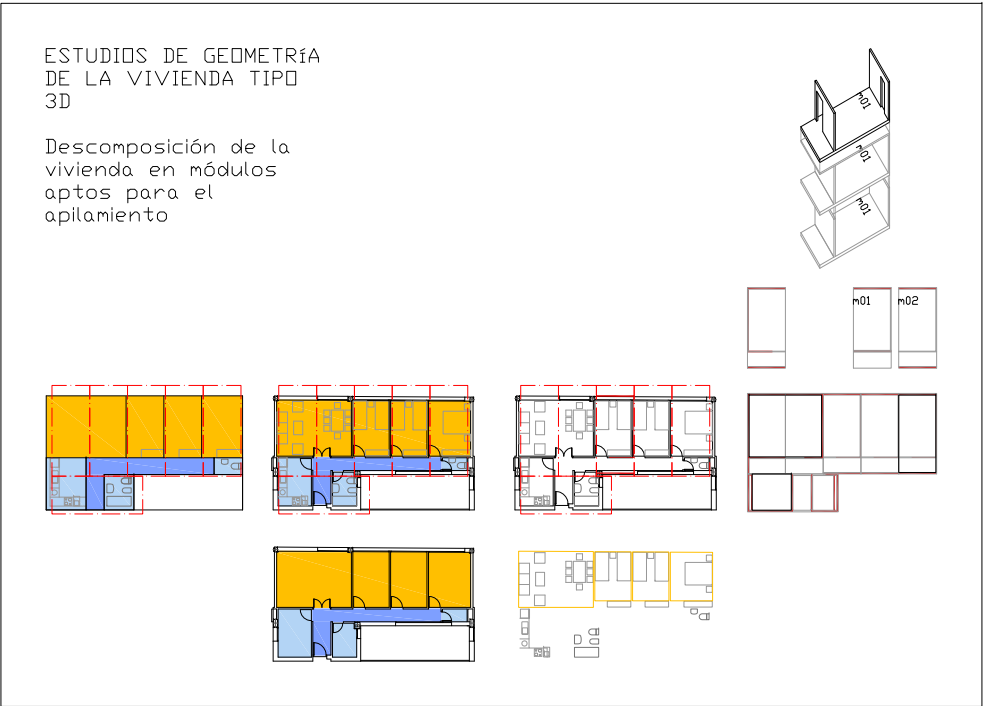
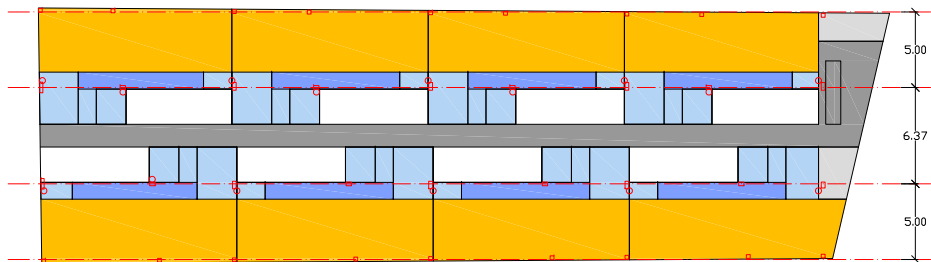
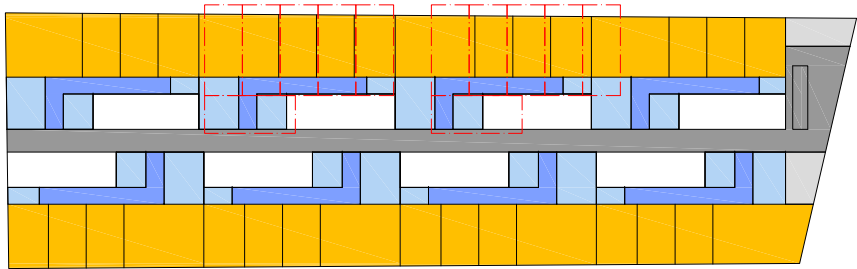
Descomposición de la
vivienda en módulos
aptos para el
transporte



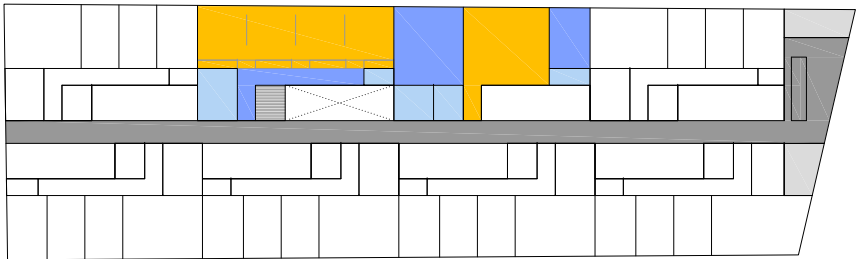
esc 1/500
0 5 10 20m



Identificación de propiedades y análisis de la mutabilidad de superficies entre colindantes.

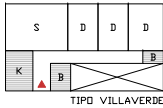


TRABAJO
ALMACENAJE
SERVICIOS
CIRCULACIONES
TERRAZA
CASA+TRABAJO
TRABAJO
SERVICIOS
PRIVADO DÍA/NOCHE



ESTUDIO DE LA FLEXIBILIDAD DE LA VIVIENDA TIPO 3D
Adaptabilidad a distintas configuraciones de uso en la vivienda 3D

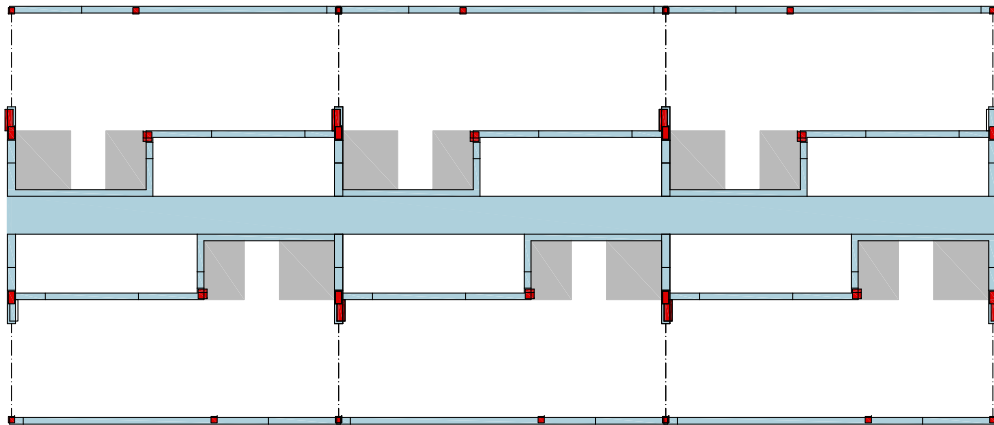
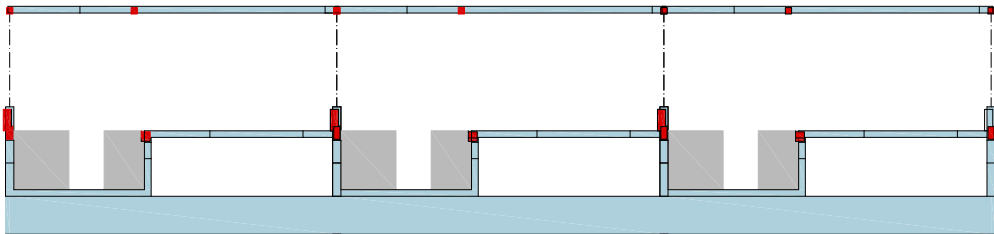
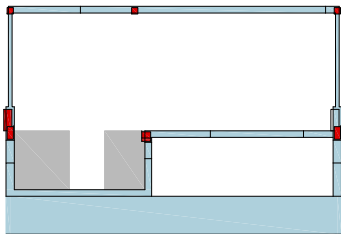
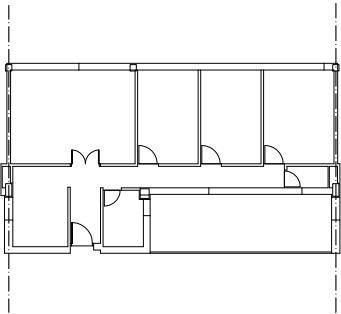
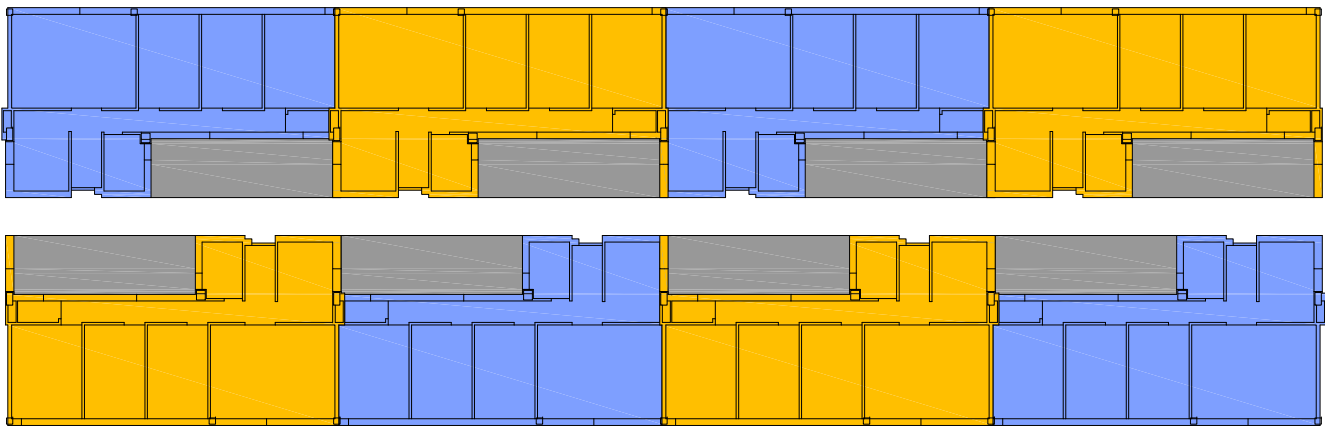
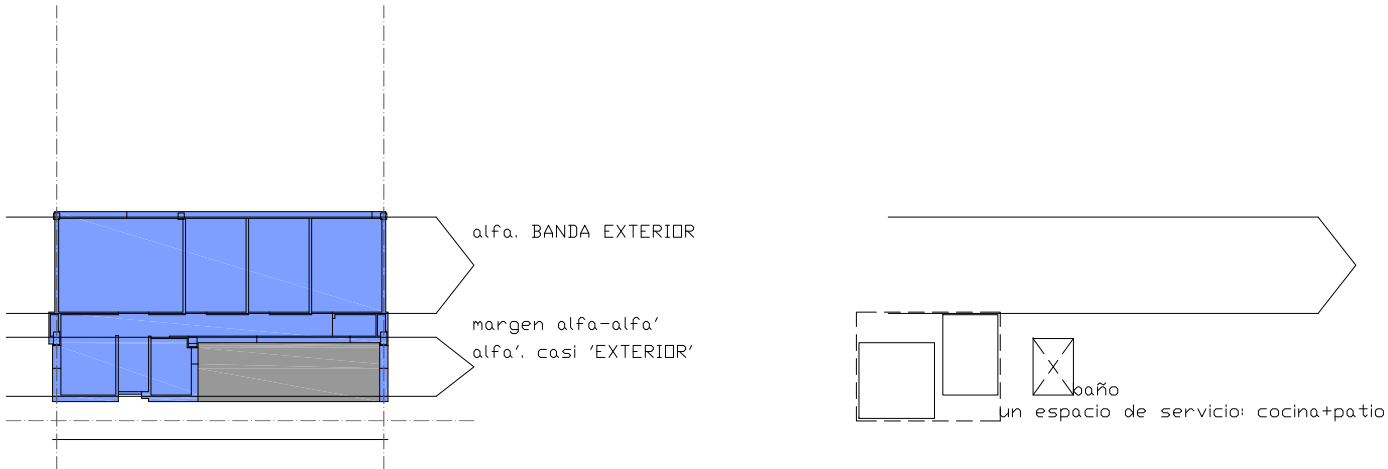
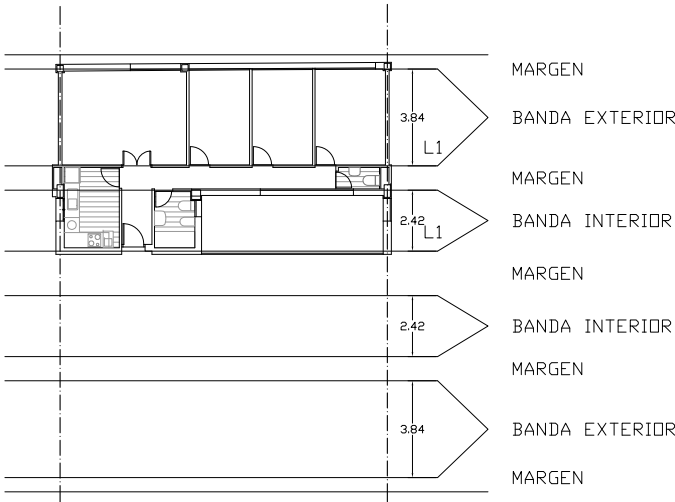
VILLASVERDE
20 VIVIENDAS



HABRAKEN

- 1.- espacios para usos ESPECIALES (dormitorios, cocinas, estudios)
- 2.- espacios para usos GENERALES (salones)
- 3.- espacios de SERVICIO (baños, almacenes, instalaciones?)

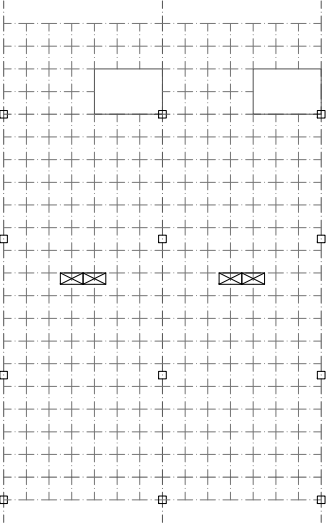
nota. clasificar qué espacios en qué tipo según usuario, ejemplo cocina puede ser 1 ó 3



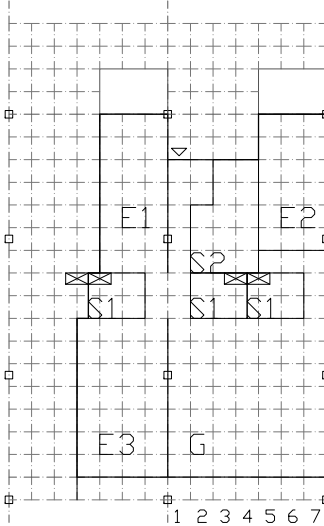
SOPORTES
■ pilares+instalaciones
■ envolvente+accesos

esc 1/300
0 2 5 10m

SISTEMA FLEXIBLE DE APROPIACIÓN DEL ESPACIO (Elena Corres)



hab_C.1
(1+1/2 módulo 1 planta)



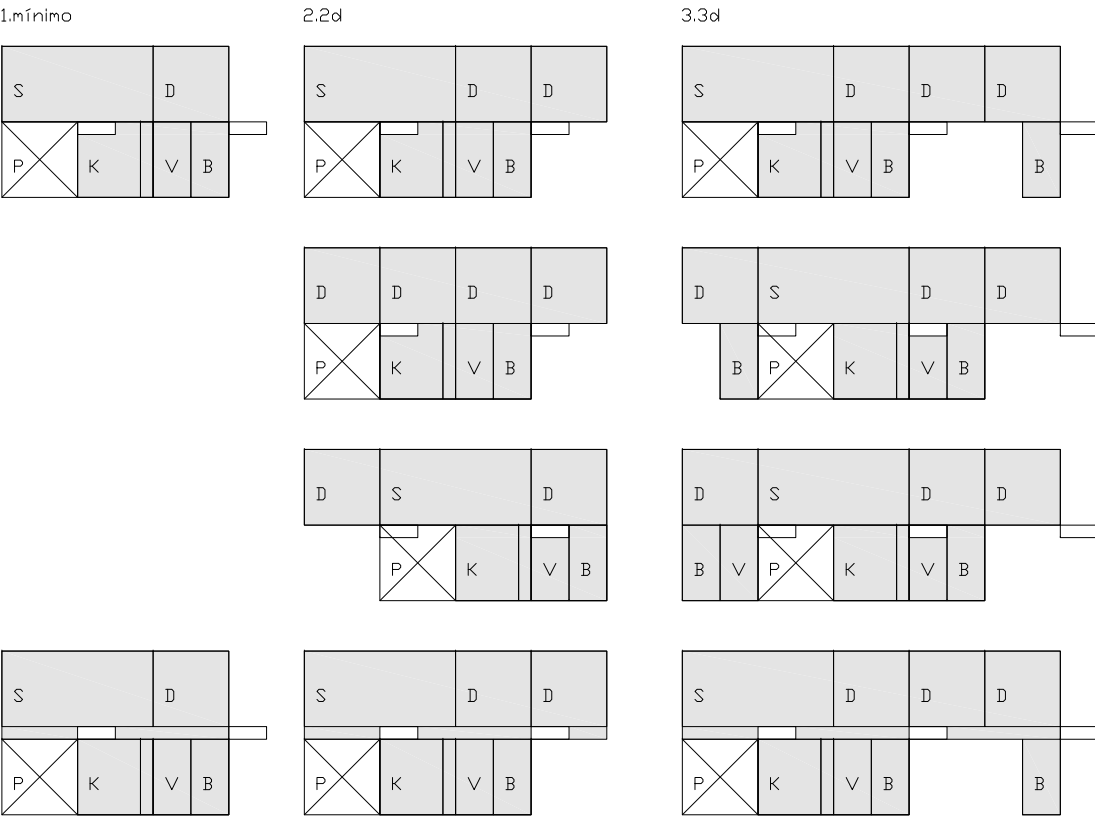
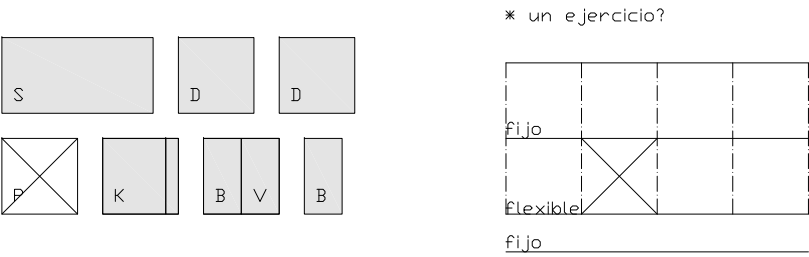
hab_C.1
(1+1/2 módulo 1 planta)

General	G	39.69	/49u
Especial	E1	17.01	/21u
	E2	14.58	/18u
	E3	22.68	/28u
Servicio	S1	4.05	/05u
	S1	4.05	/05u
	S1	4.05	/05u
	S2	10.53	/13u
Total C.O		129.60	/160u

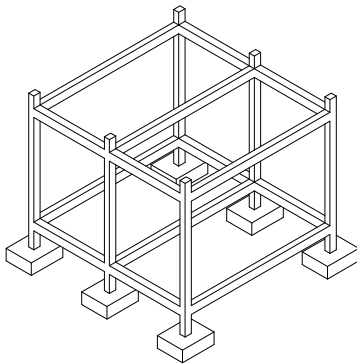
usos generales y especiales

servicios (y patios)
galería

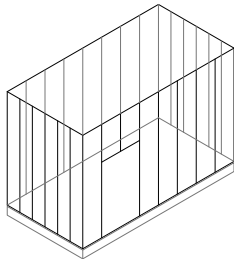
FLEXIBILIDAD.
Descomposición de la funciones
de la vivienda y estudio de
diferentes agregaciones posibles



ESTUCTURA IN SITU

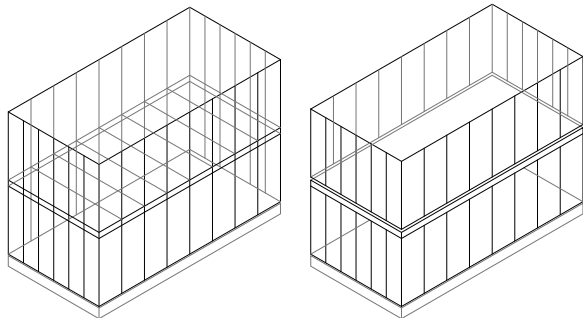


ENTRAMADO

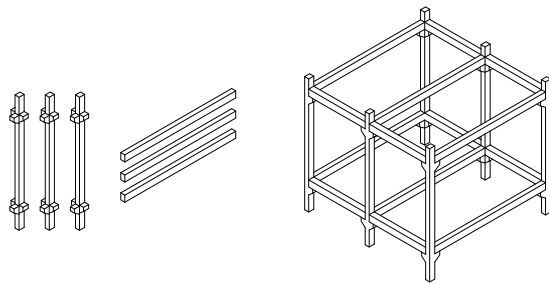


1. ENTRAMADO LISTONES MADERA
(hasta 2 plantas)
BALLOON FRAME / PLATFORM FRAME

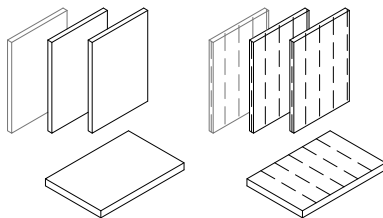
2. ENTRAMADO PERFILES ACERO
STEEL FRAME



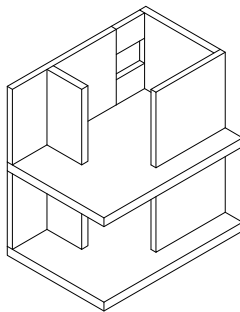
COMPONENTES ESTRUCTURALES LINEALES
(hormigón prefabricado / o acero)



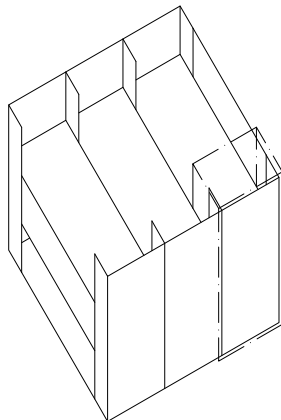
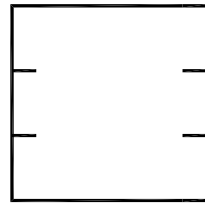
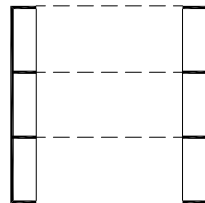
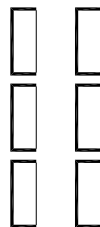
OTROS
COMPONENTES ESTRUCTURALES
2D.-
(paneles portantes de madera laminada,
o con subestructura de acero)

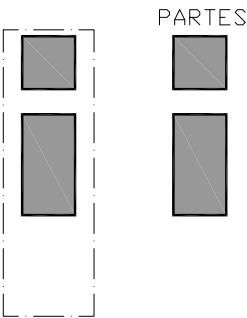


CONSTRUCCIÓN EN ALTURA



COMPONENTES ESTRUCTURALES 3D.-

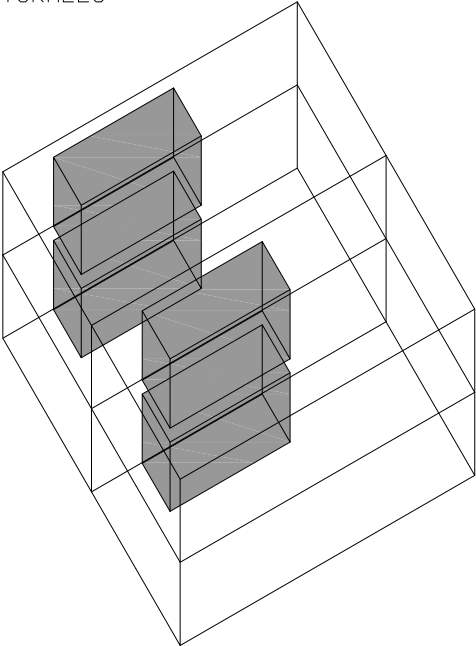




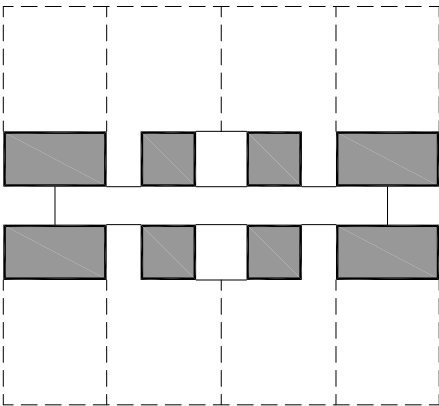
MÓDULO FUNCIONAL FABRICADO DE MANERA INDUSTRIALIZADA



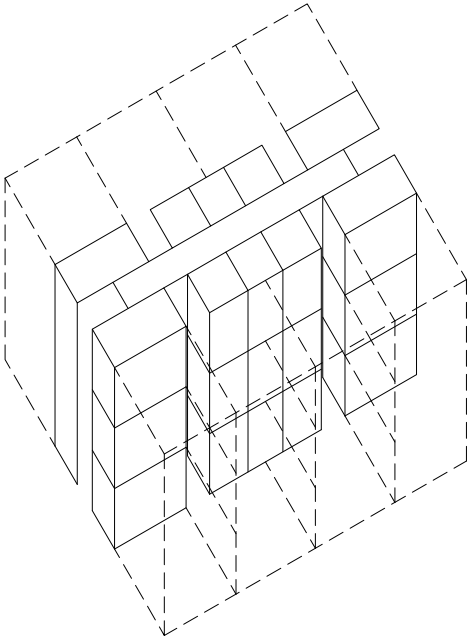
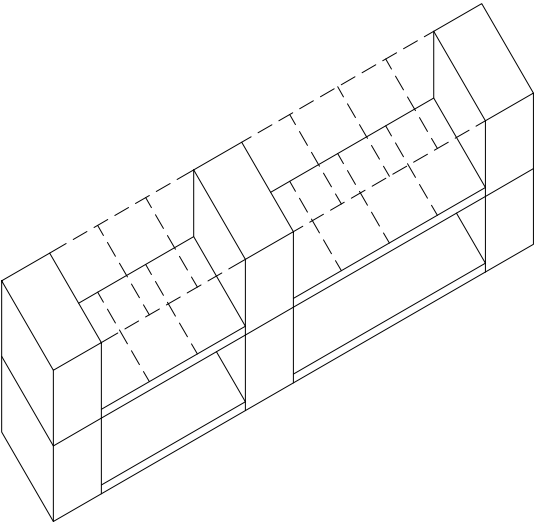
NÚCLEOS NO ESTRUCTURALES

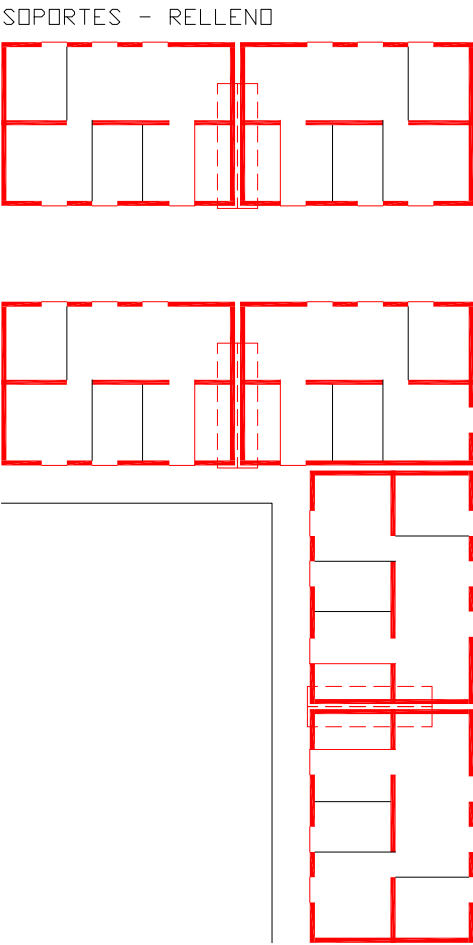
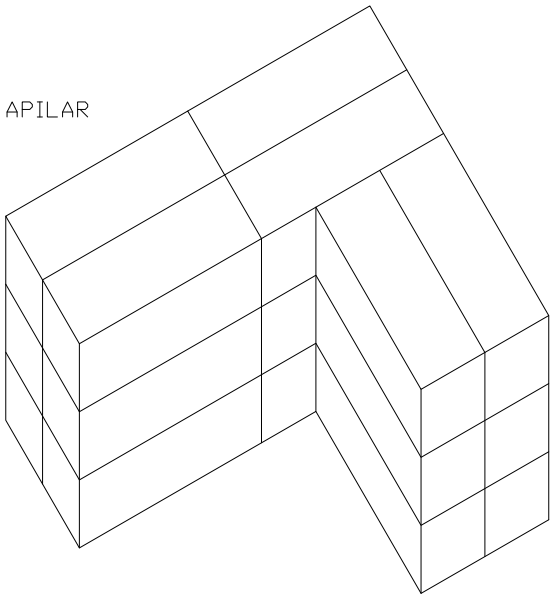
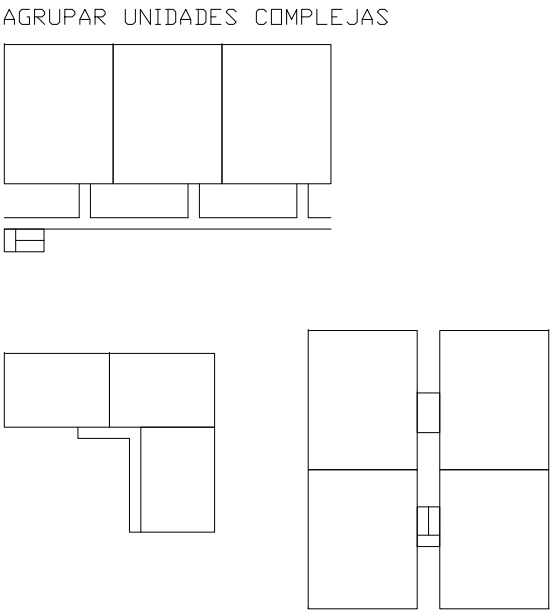
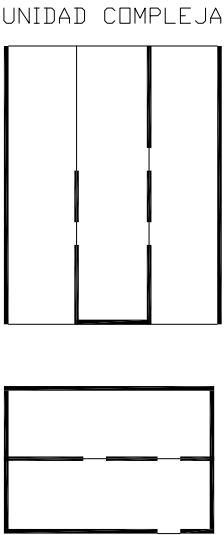
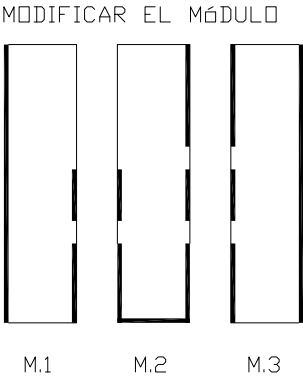
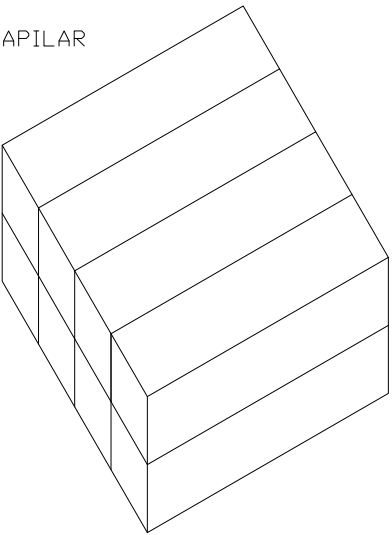
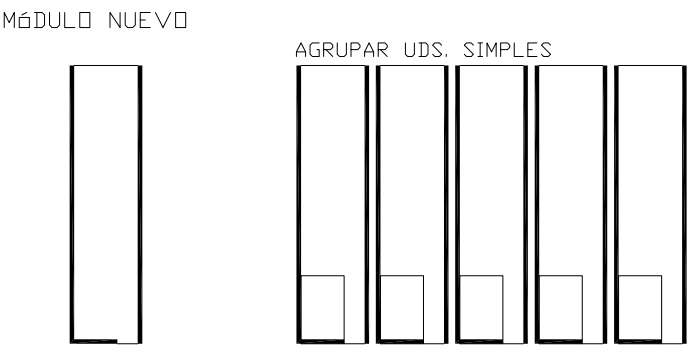
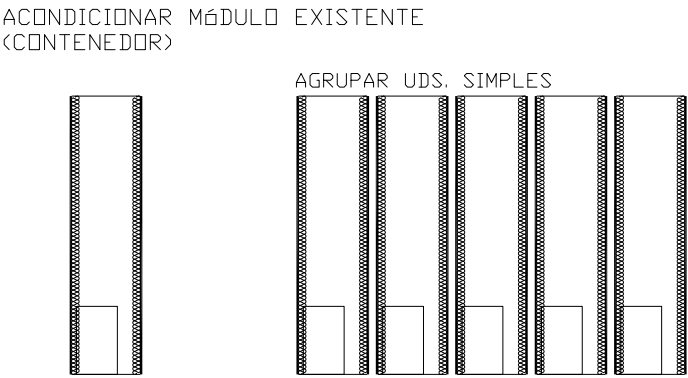
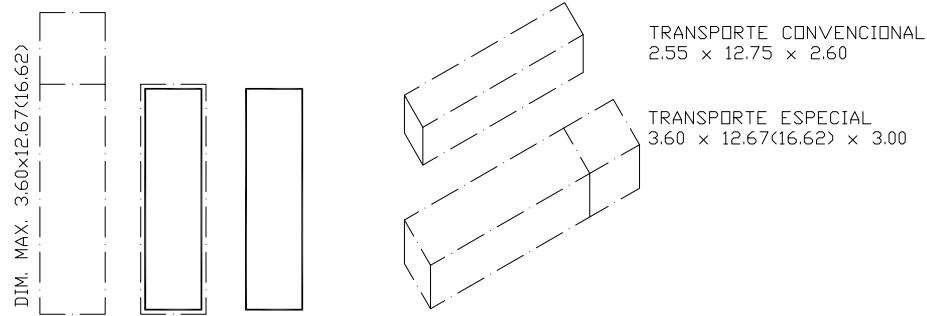


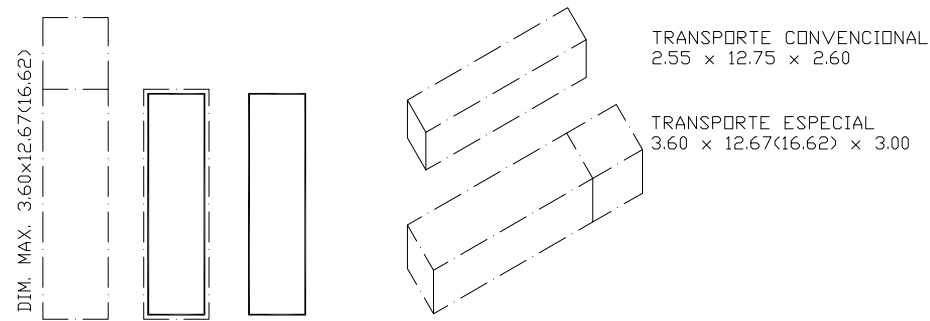
PORTE DE UNA ESTRUCTURA +/- PREFAB



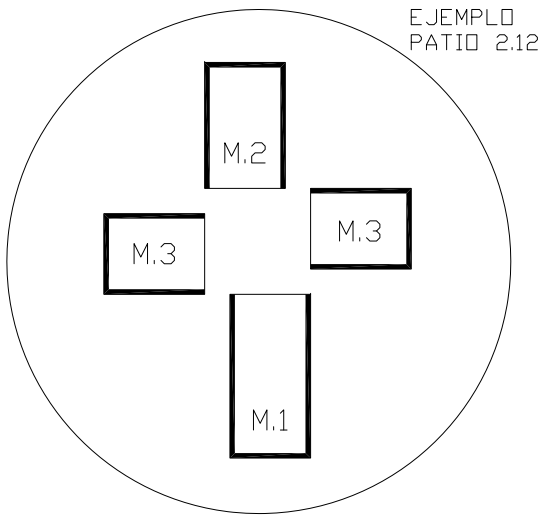
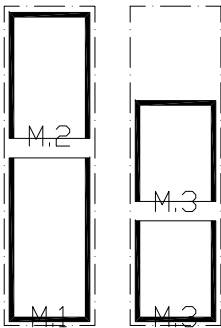
NÚCLEOS ESTRUCTURALES APILABLES



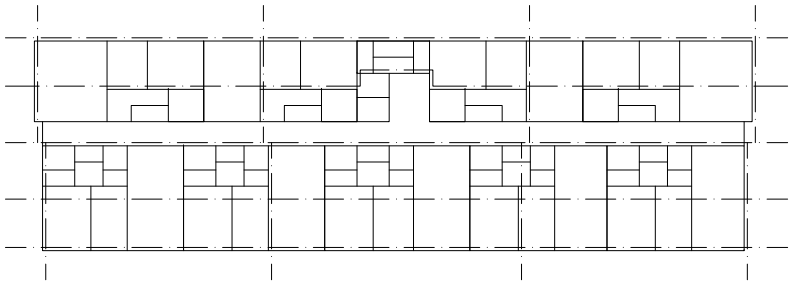




MÓDULOS DISTINTOS SEGÚN NECESIDADES
(módulos habitacionales?)

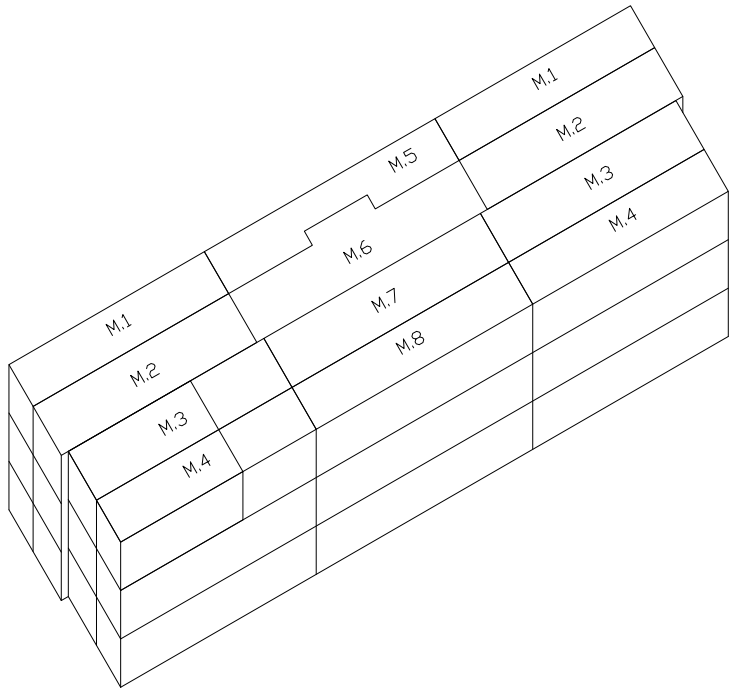


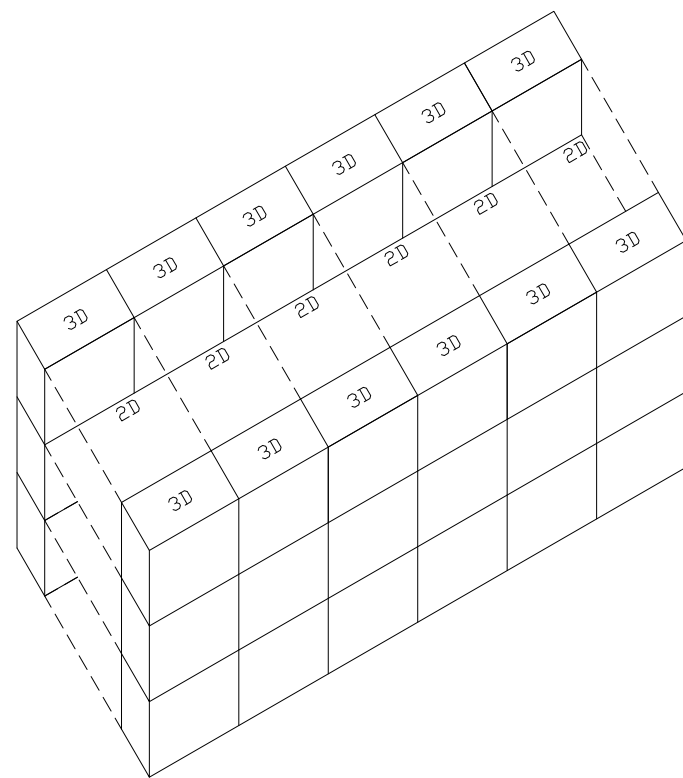
MODULACIÓN DE UNA PLANTA CUALQUIERA
(módulos a medida)



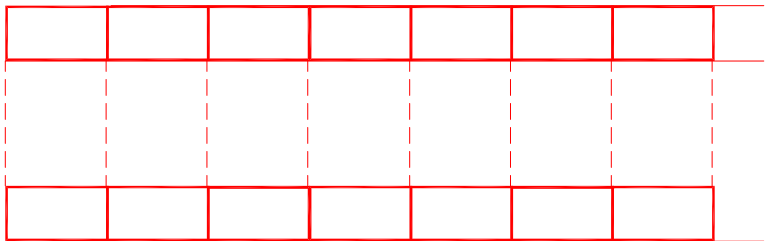
M.1	M.5	M.1
M.2	M.6	M.2
M.3	M.7	M.3
M.4	M.8	M.4

APILAR MÓDULOS



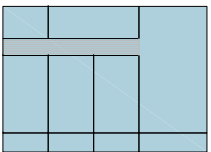
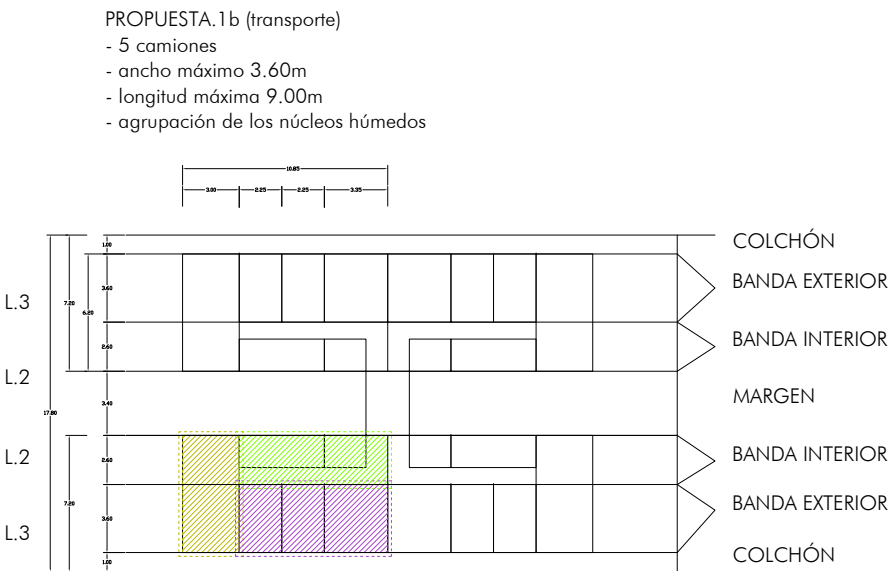
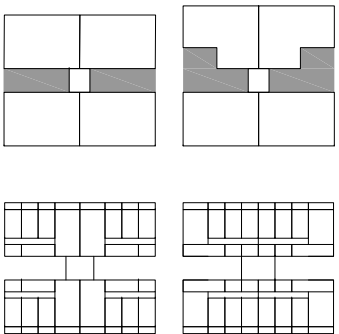
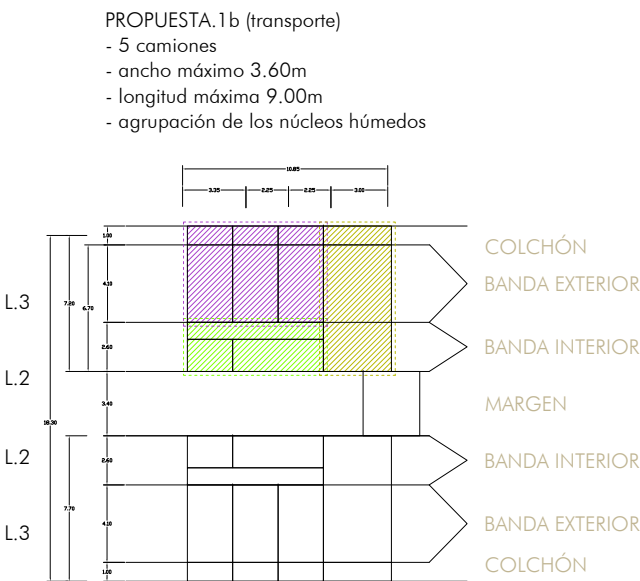
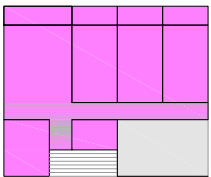
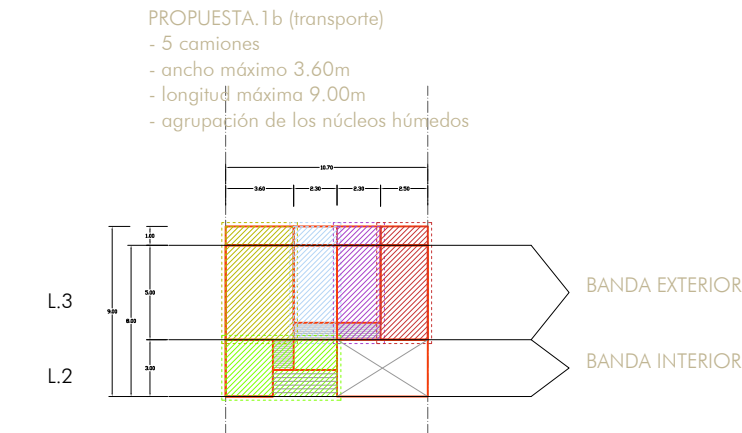
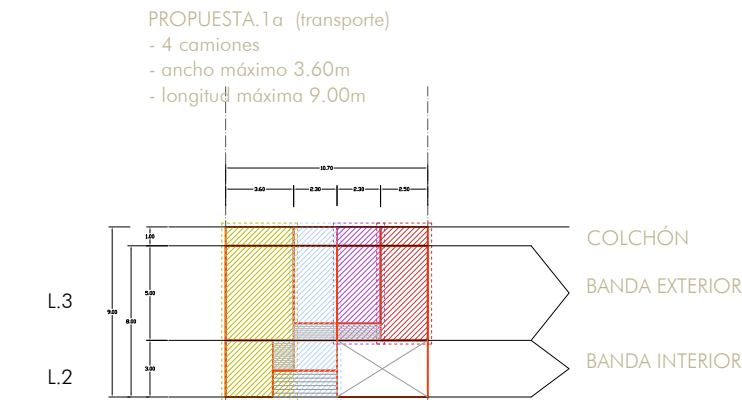
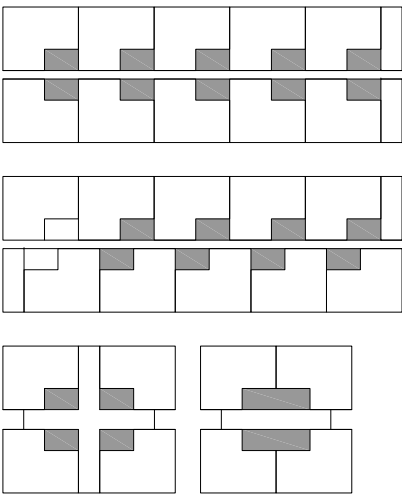
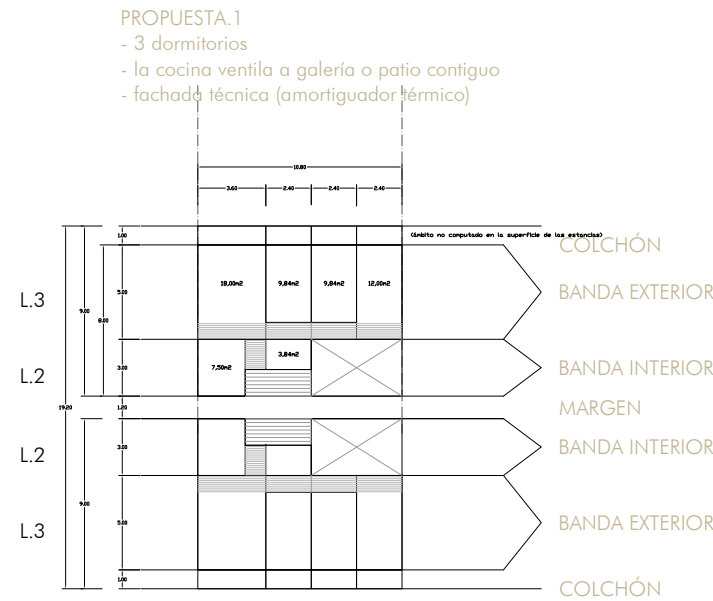


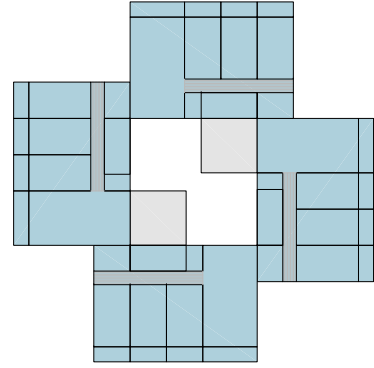
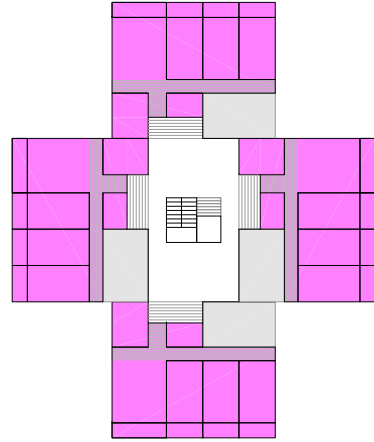
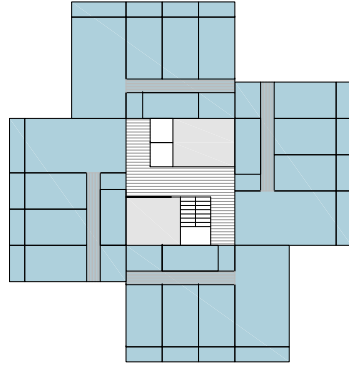
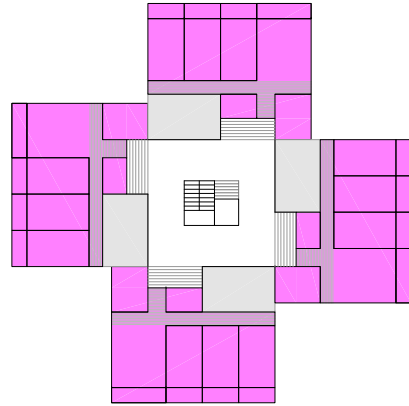
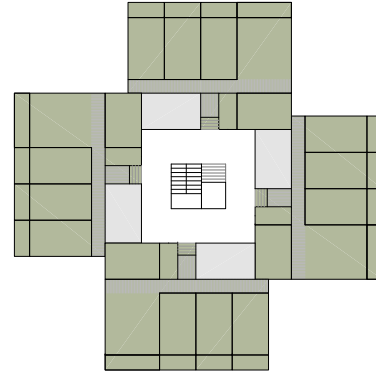
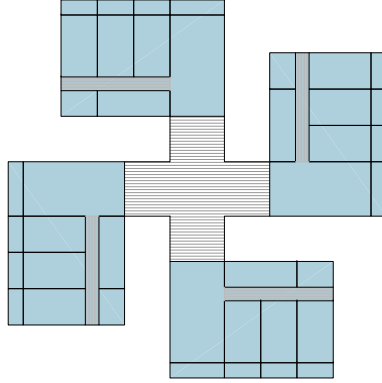
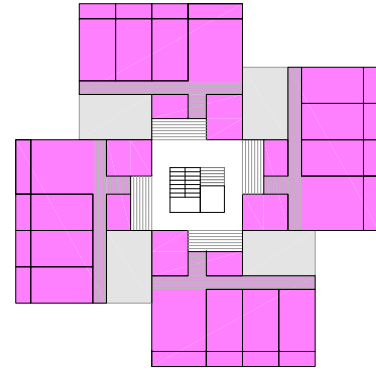
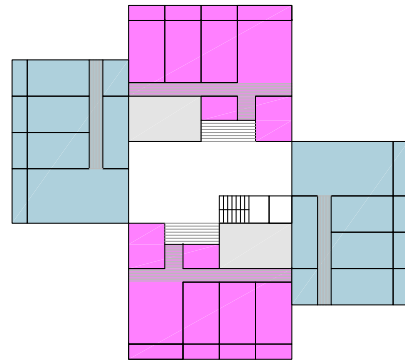
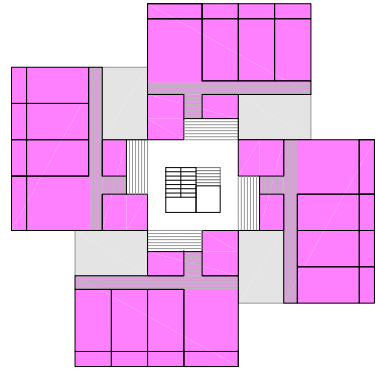
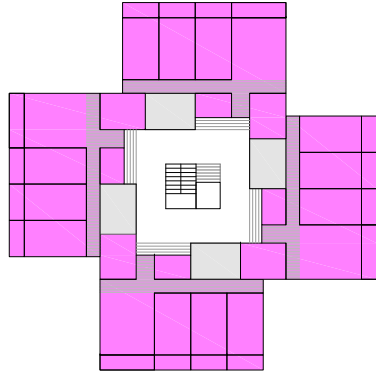
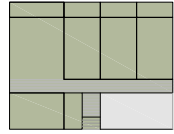
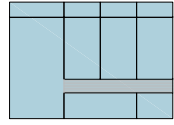
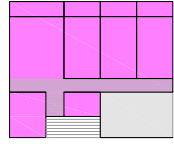
Un sistema industrializado de construcción que combina módulos 3D con elementos 2D. Los módulos 3D actúan como soportes y concentran las funciones tecnificadas de la vivienda. Los elementos 2D son elementos multicapas que se apoyan sobre los anteriores y definen el espacio habitable. Los módulos 3D se trasladan completamente equipados, los elementos 2D irán empaquetados. Este sistema constructivo es muy rentable al evitar el transporte de espacio vacío.

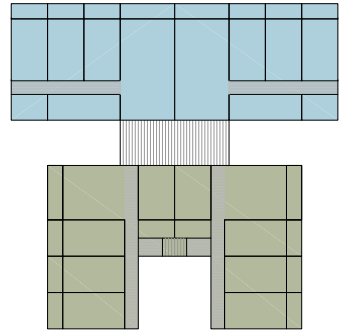
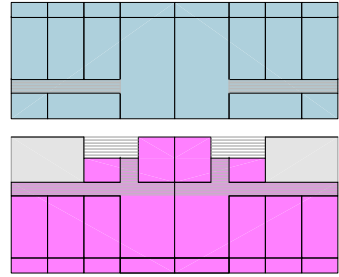
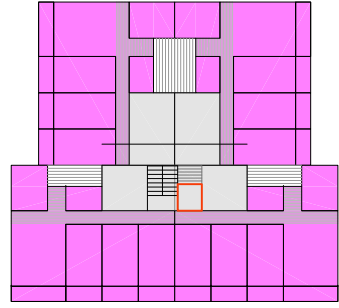
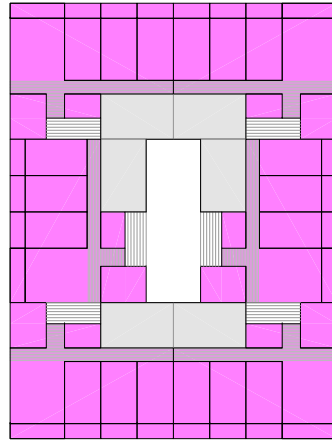
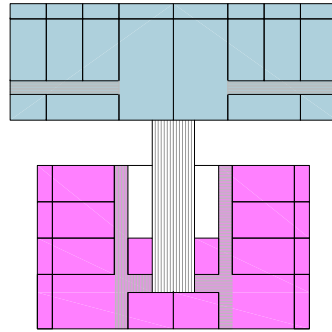
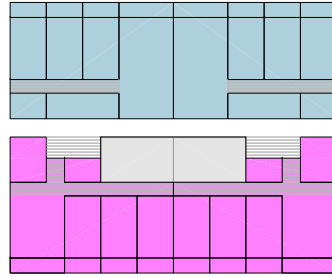
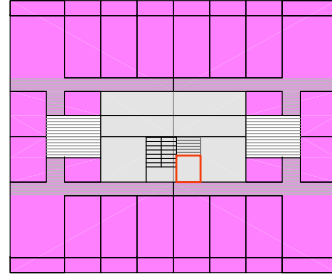
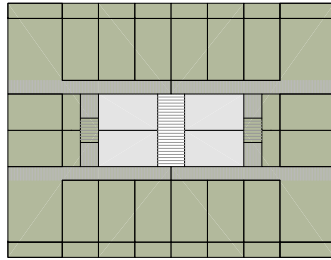
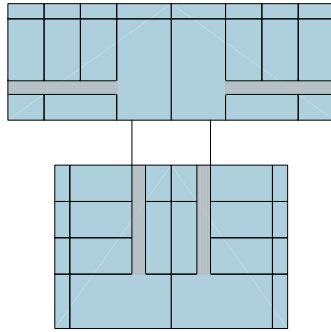
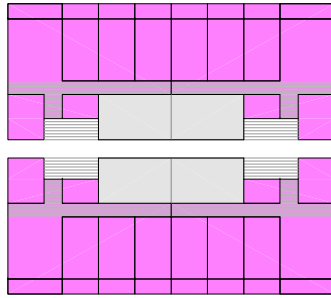
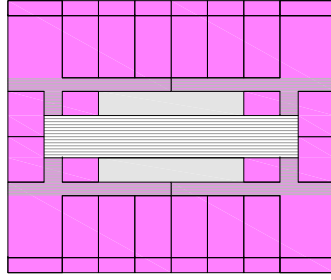
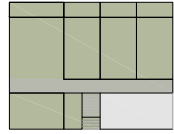
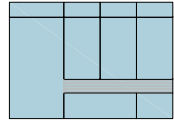
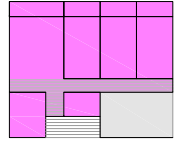


COMPROBACIÓN DE LA TIPOLOGÍA

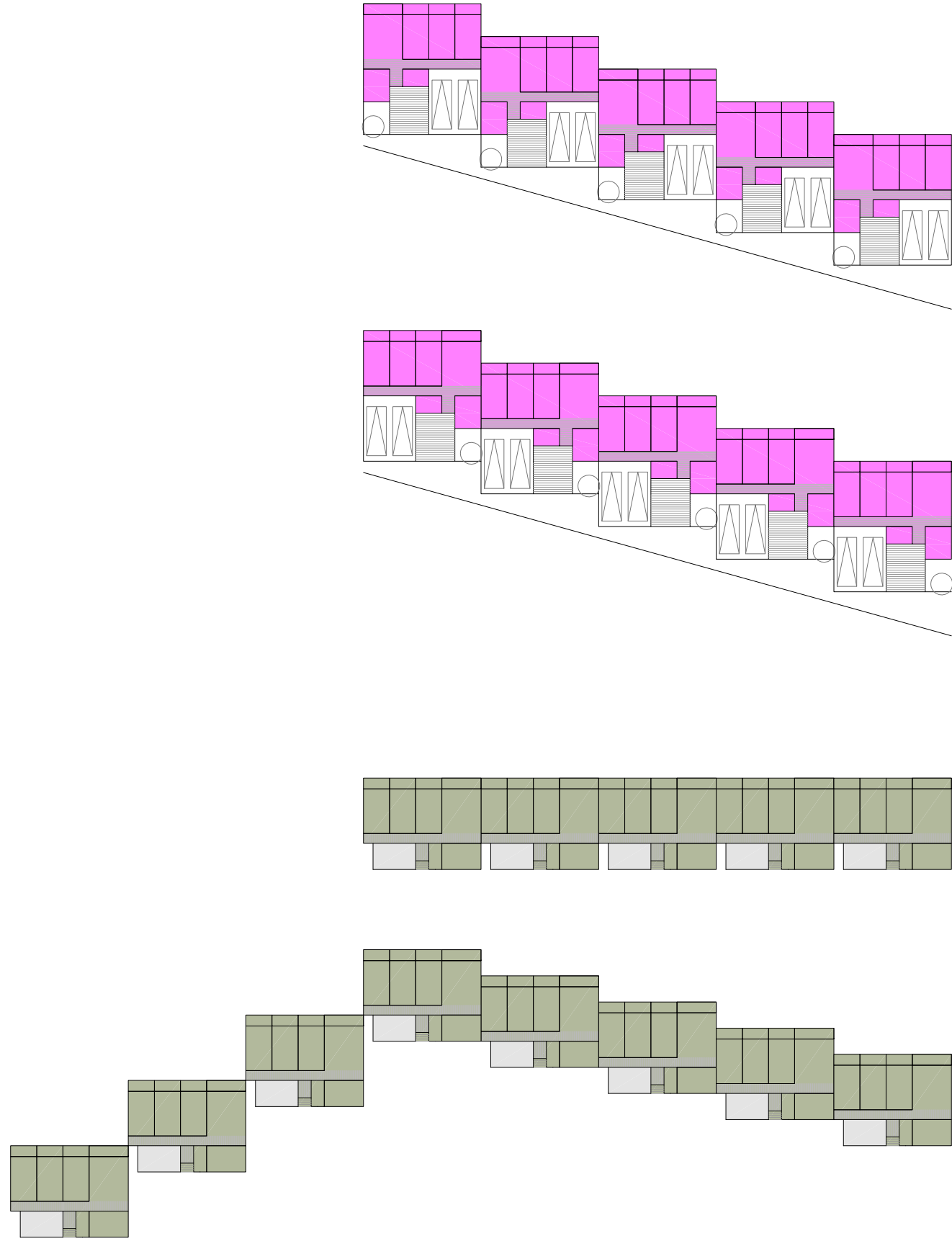
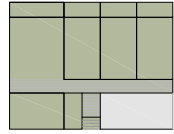
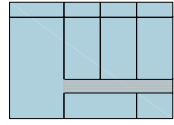
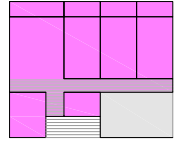
- REFERENTES
LE CORBUSIER (DENSIDAD)
PROUVE (COMPACTAR)
HABRAKEN (SOPORTES)
LEOZ (MÓDULO L)
OSKAR LEO KAUFMANN (3D - 2D)



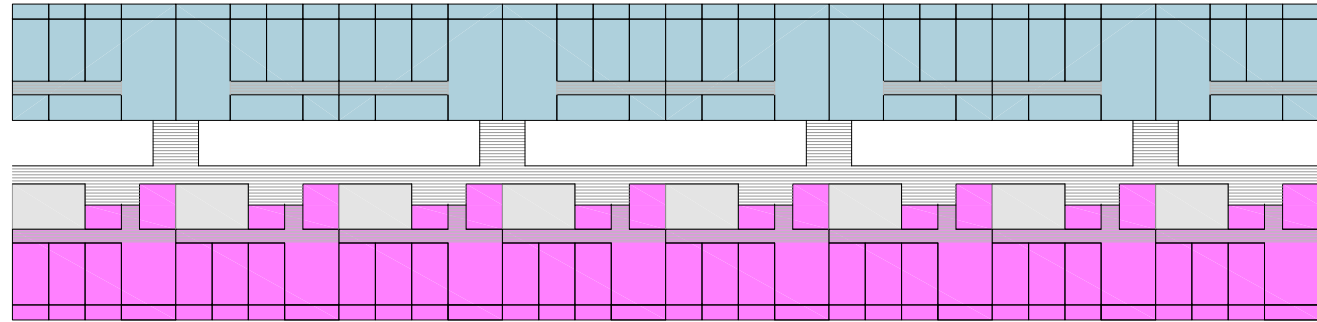
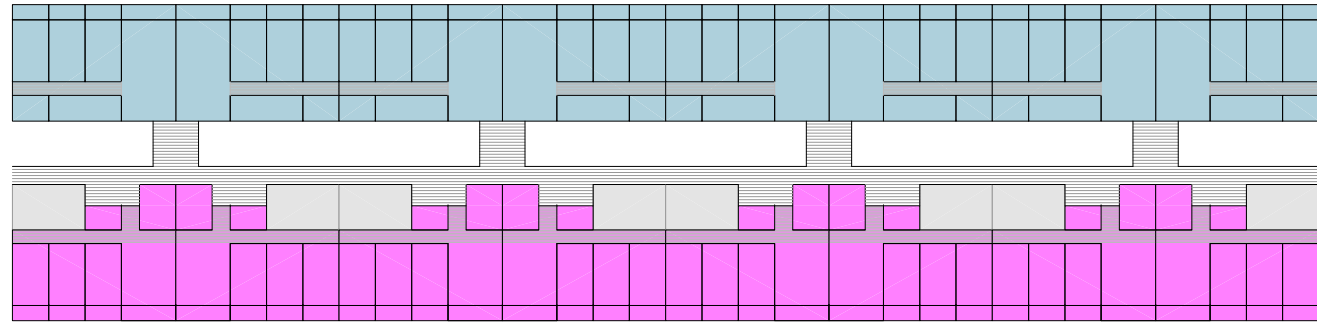
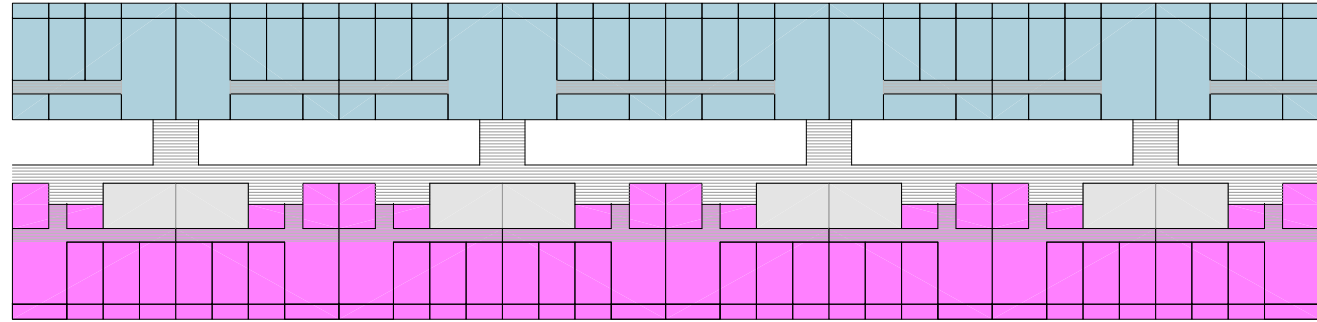
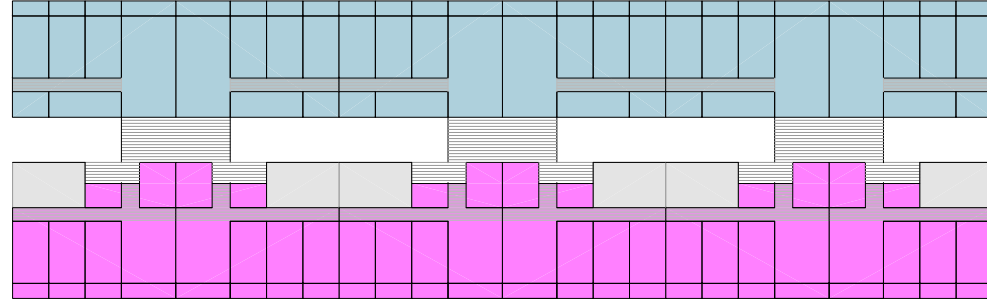
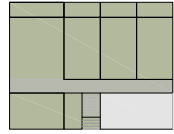
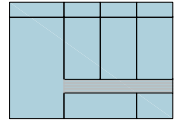
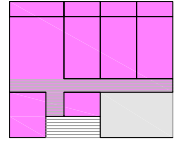




esc 1/500
0 5 10 20m

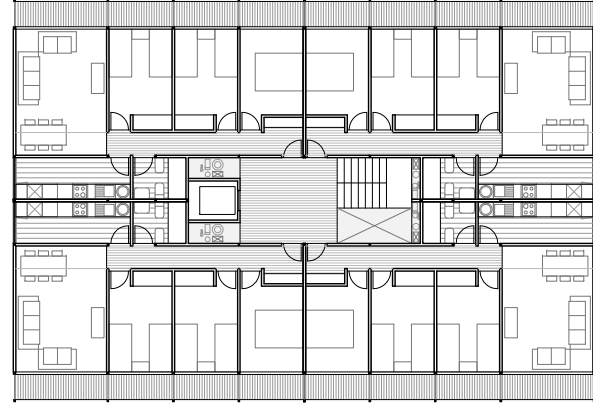
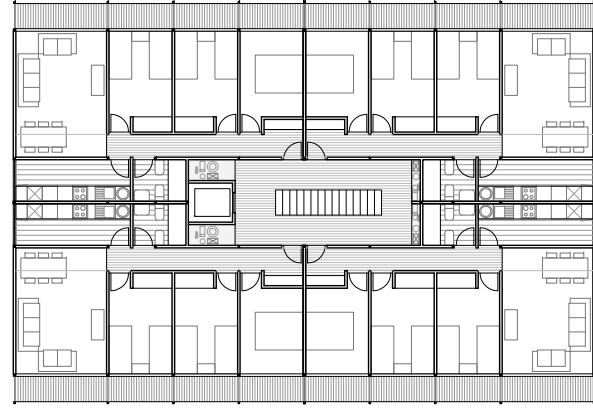
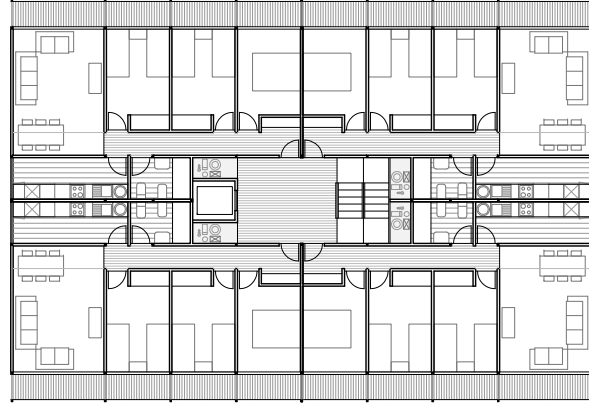
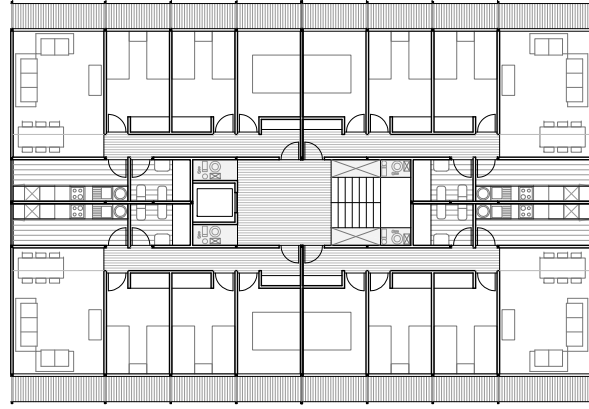
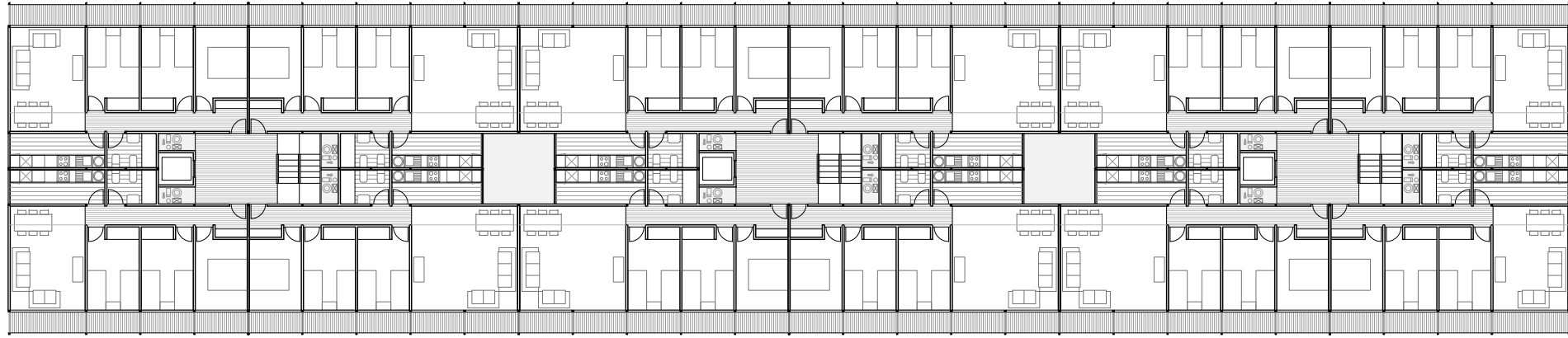
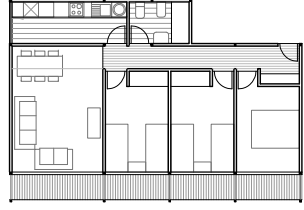


esc 1/500
0 5 10 20m

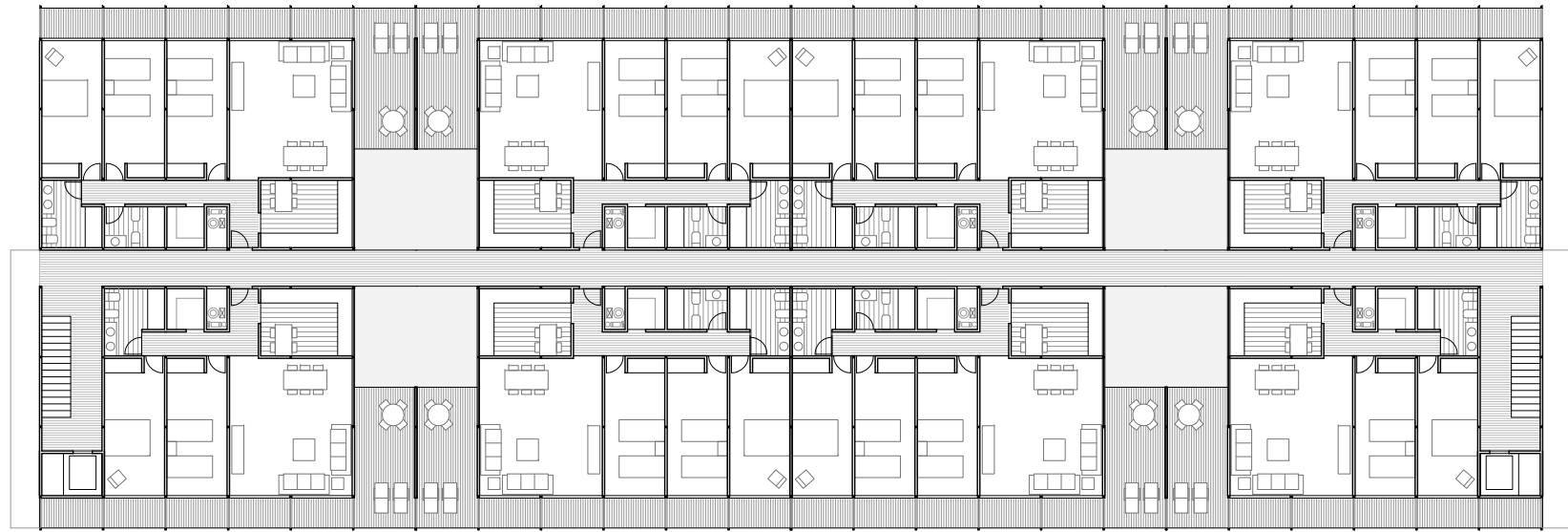


esc 1/500
0 5 10 20m

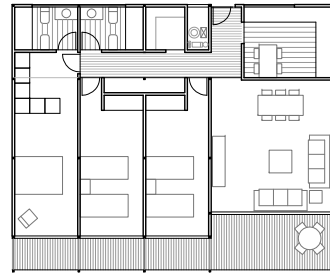
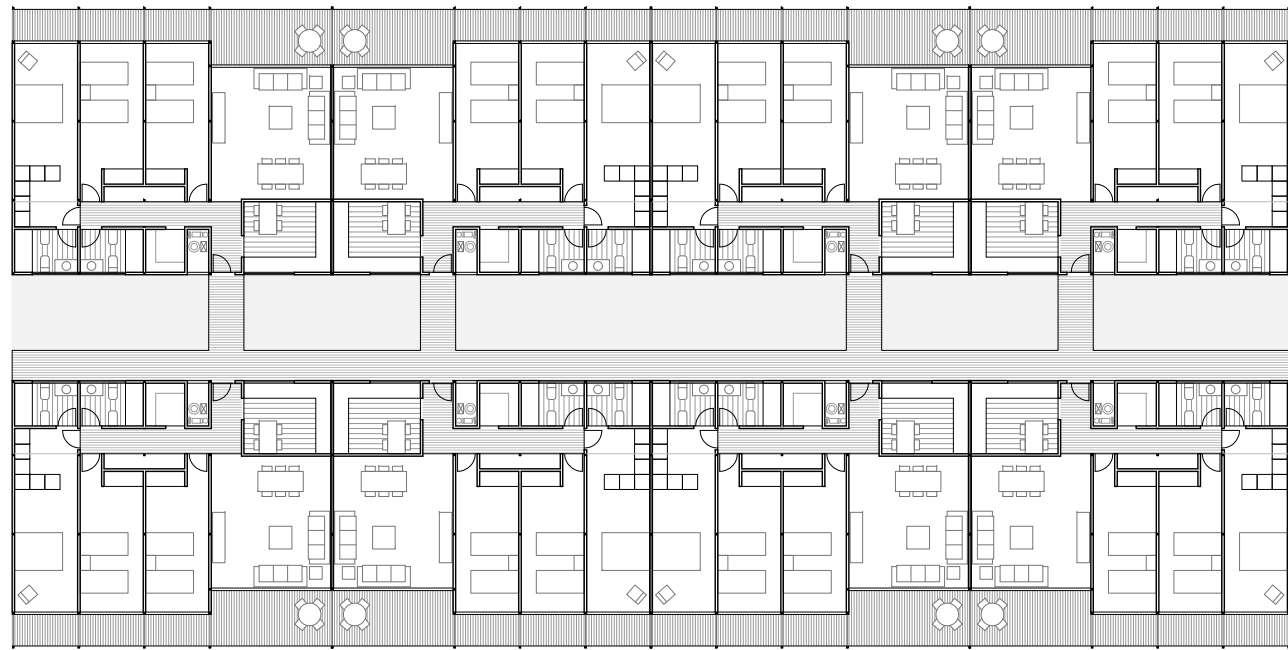
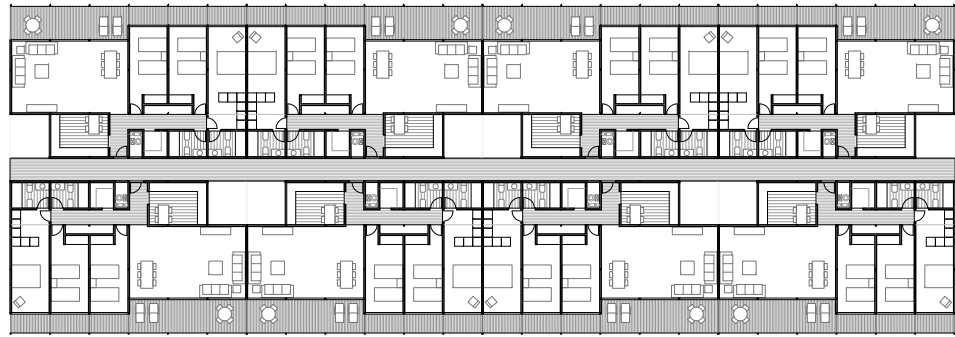
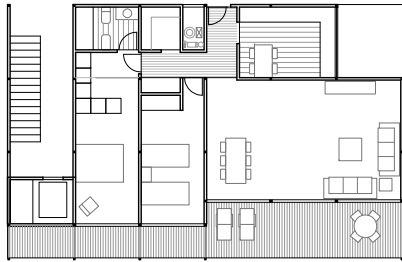
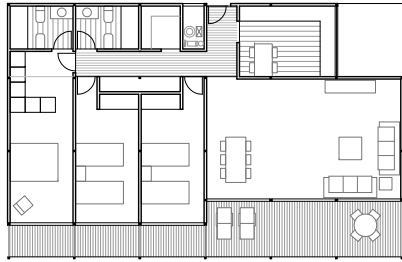
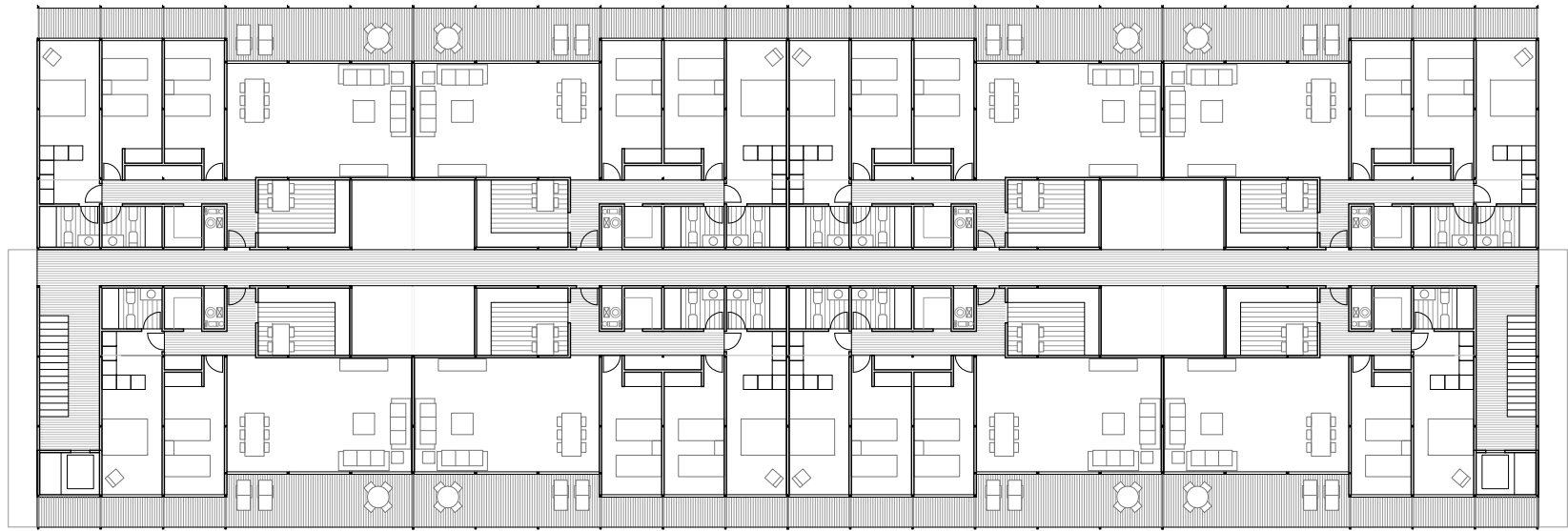




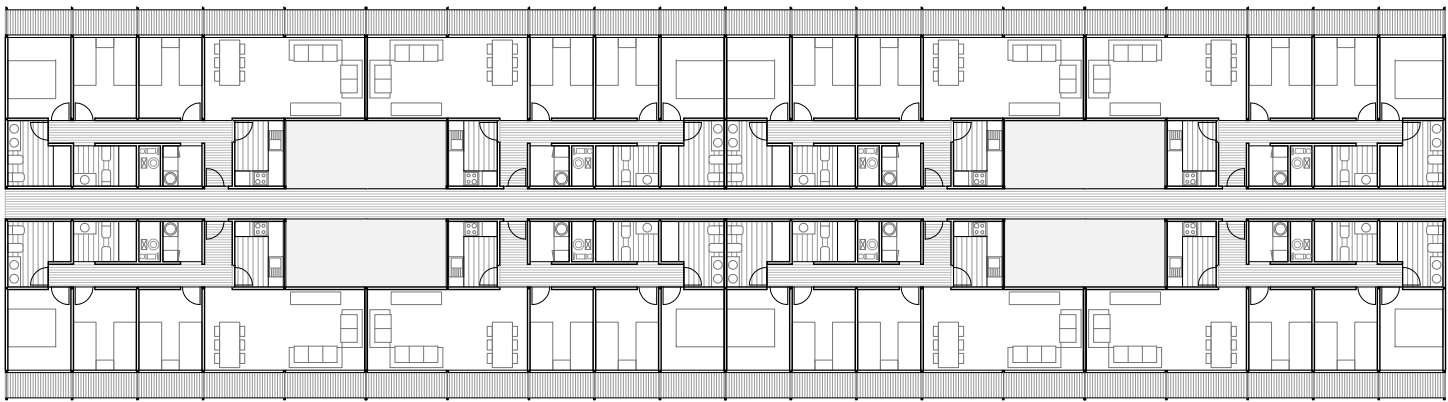
esc 1/300
0 5 10 20m



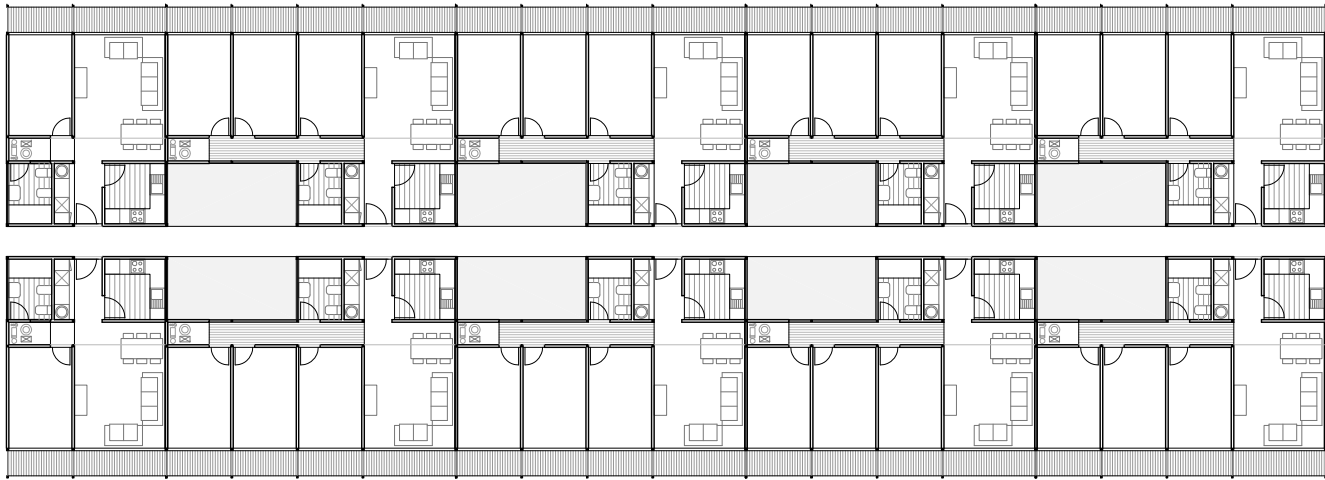
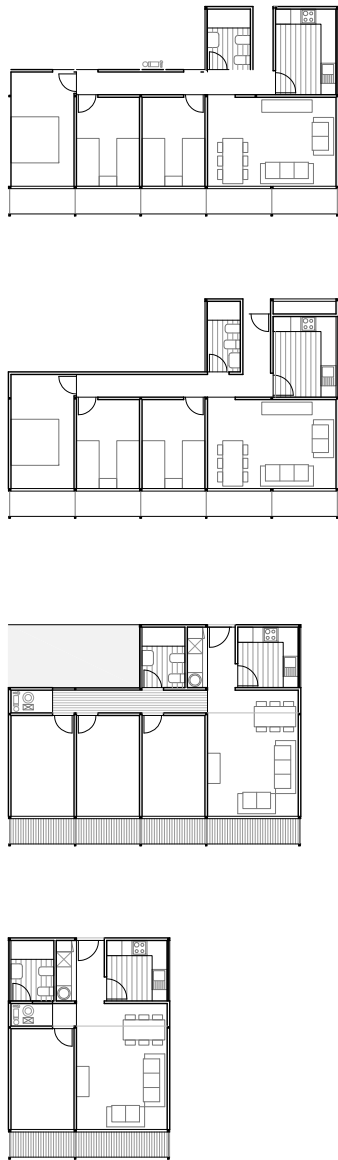
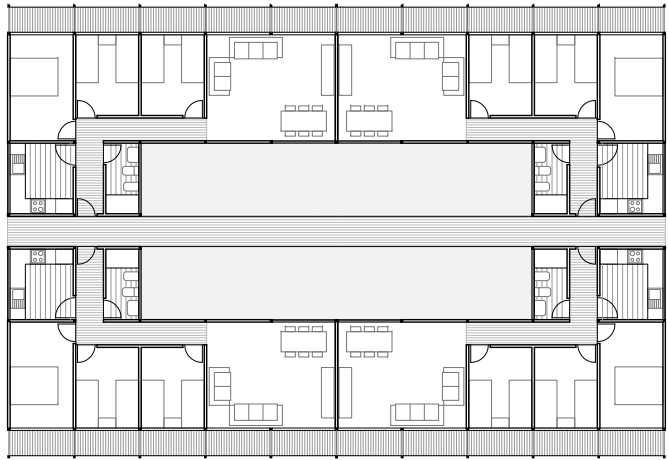
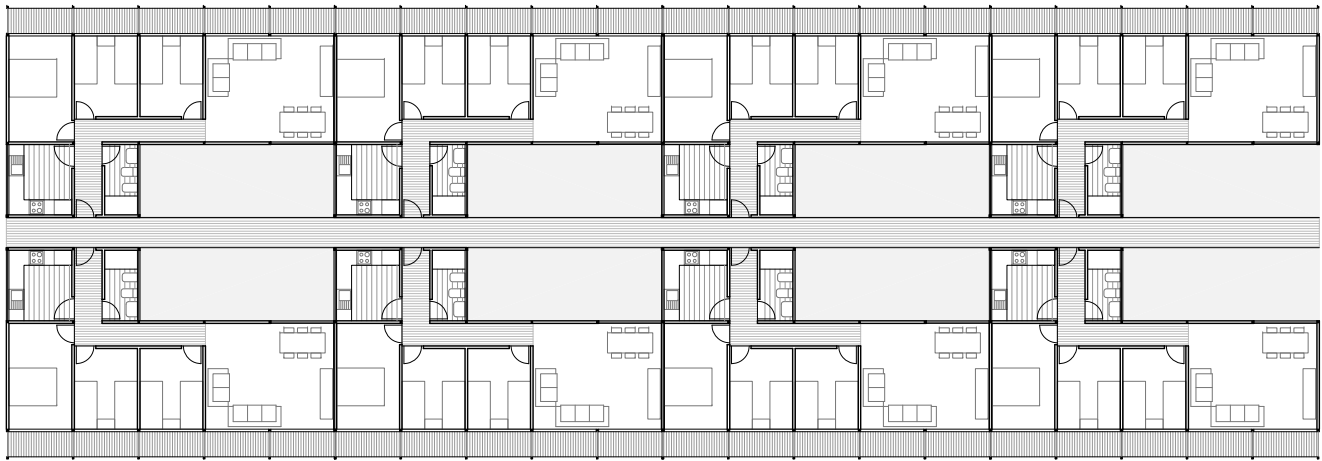
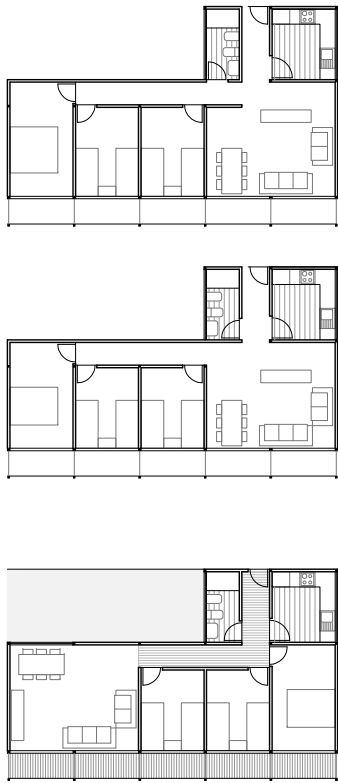
esc 1/300
0 5 10 20m



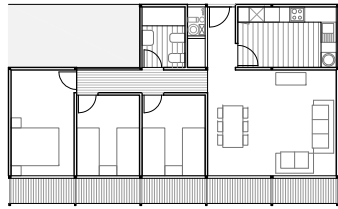
esc 1/300
0 5 10 20m



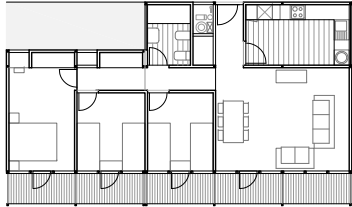
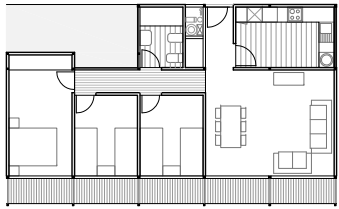
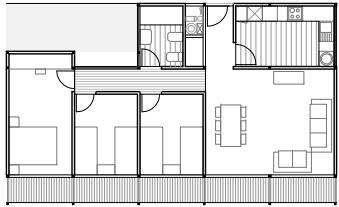
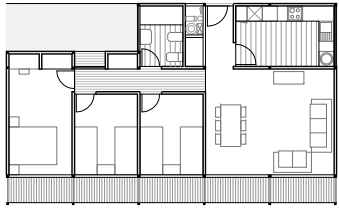
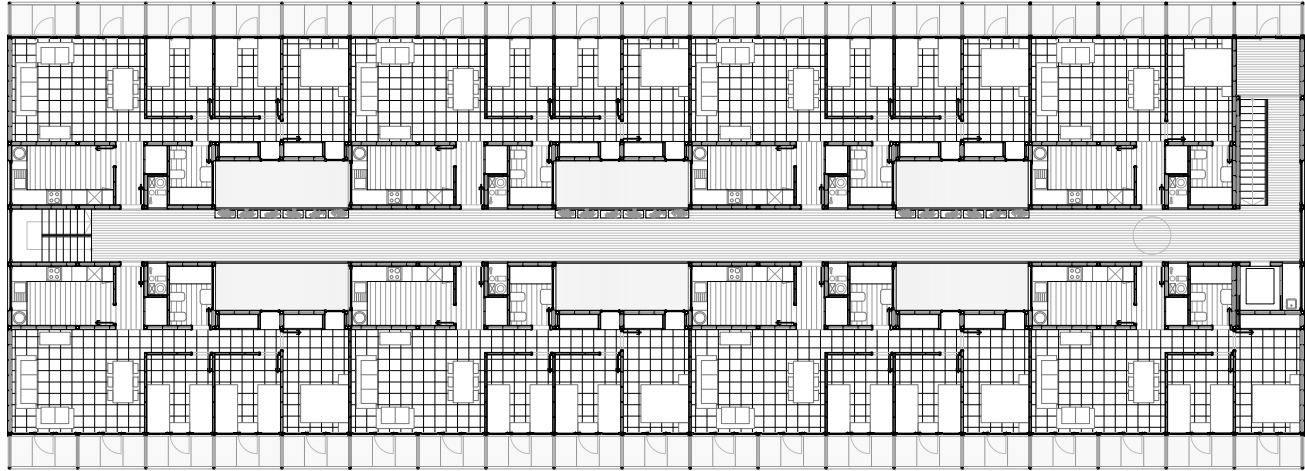
esc 1/300
0 5 10 20m

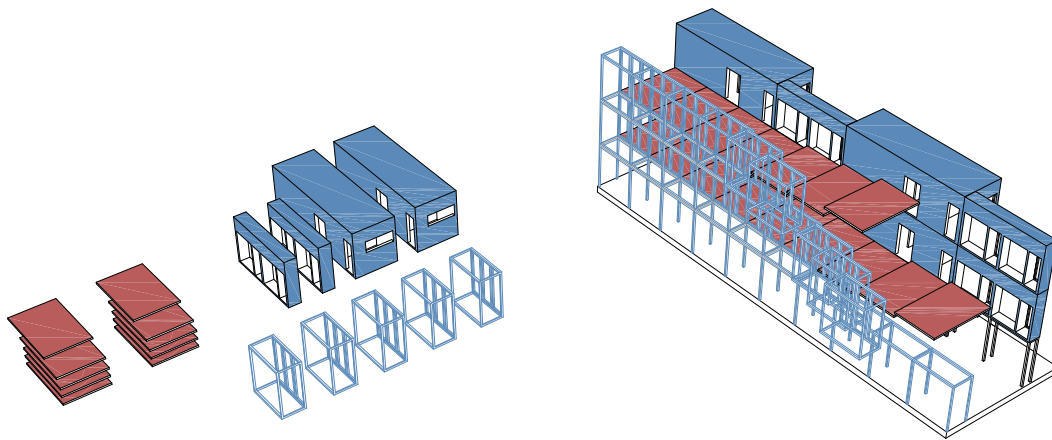


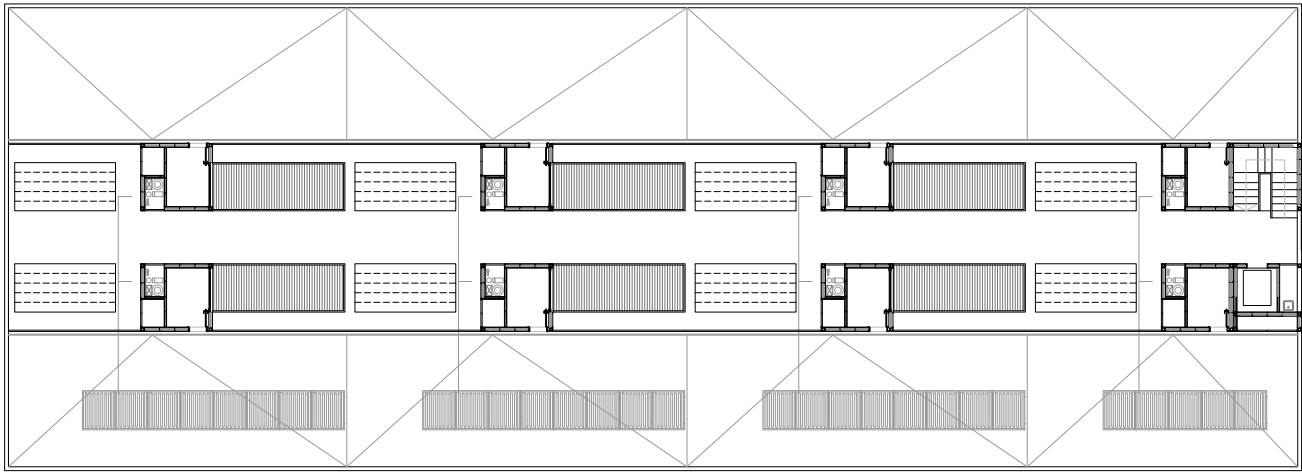
esc 1/300
0 5 10 20m



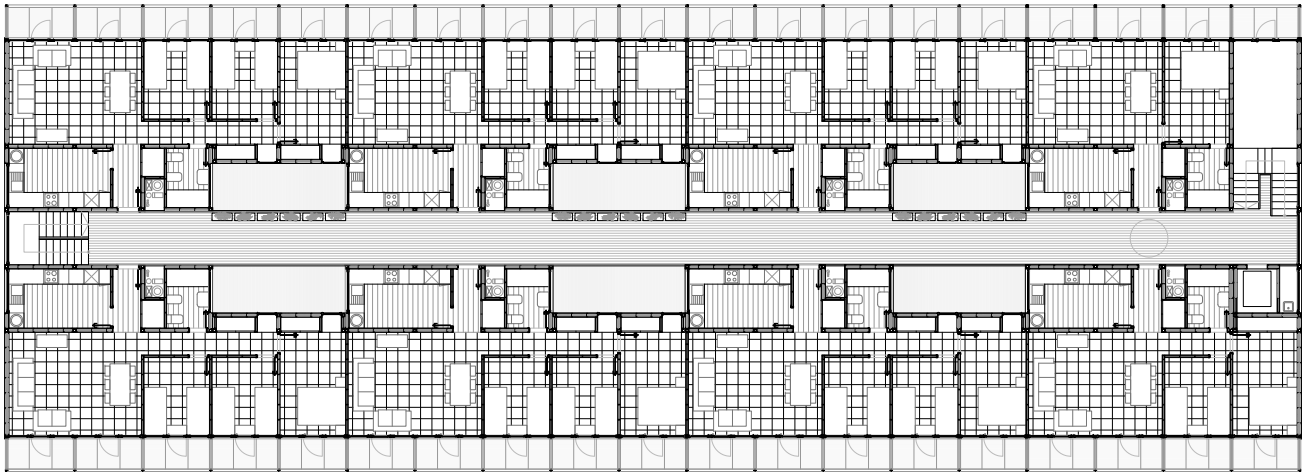
esc 1/300
0 5 10 20m



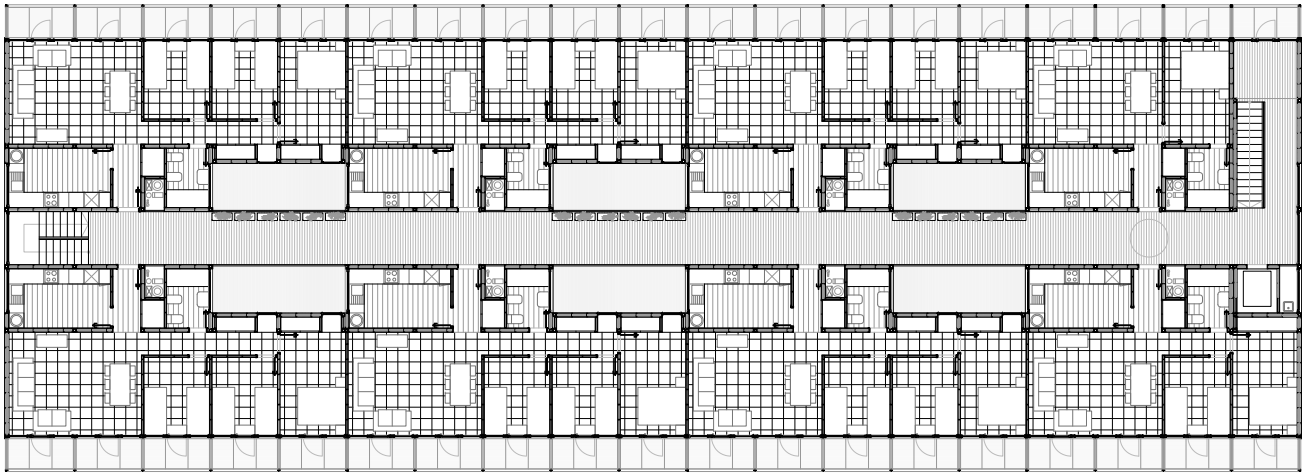




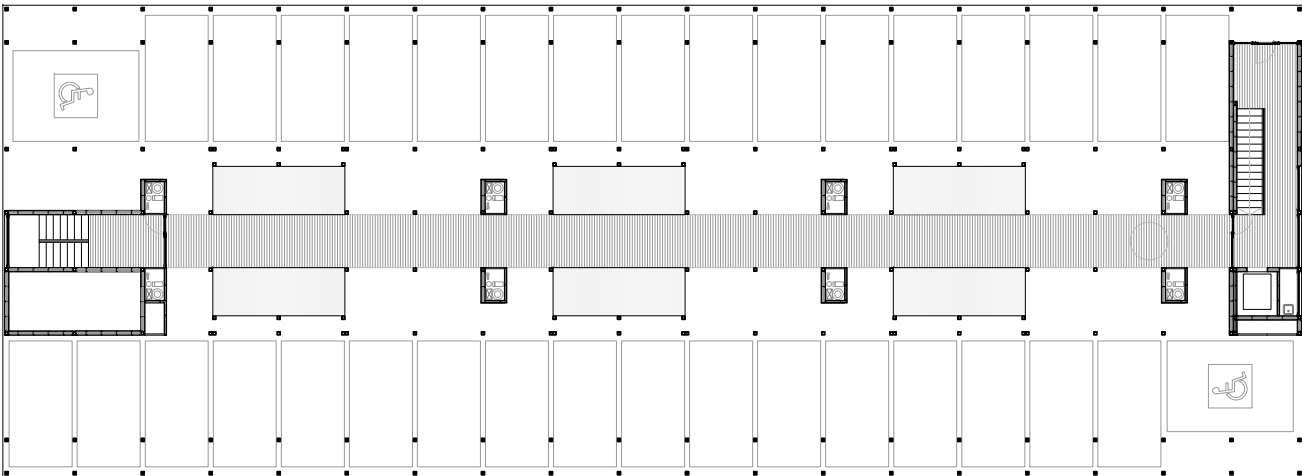
PLANTA DE CUBIERTAS



PLANTA TERCERA



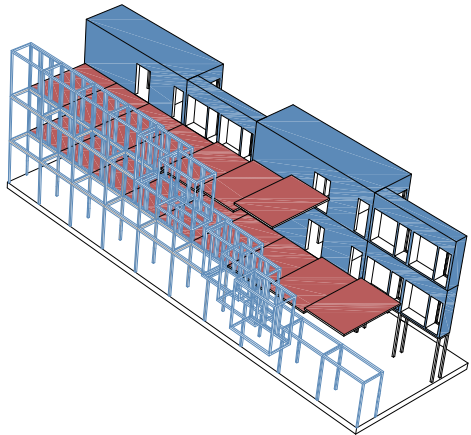
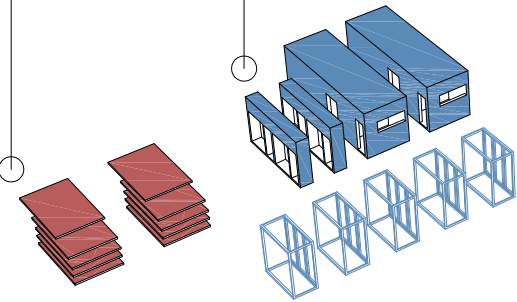
PLANTA TIPO



PLANTA BAJA

elementos 2D

módulos 3D

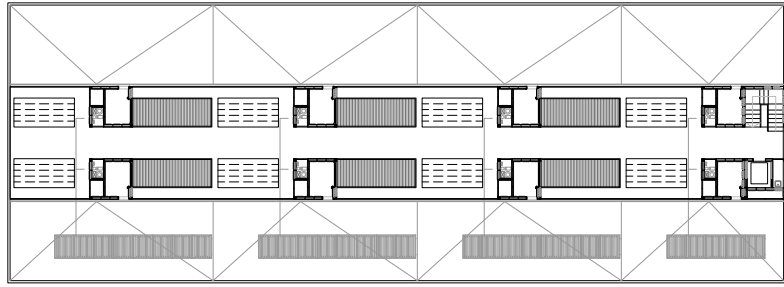


BLOQUE DE VIVIENDAS INDUSTRIALIZADO

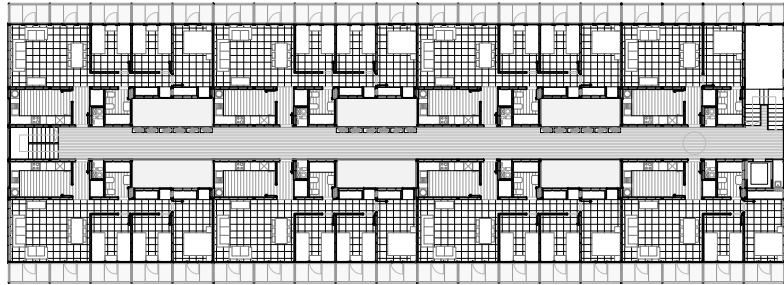
El edificio de viviendas industrializado previsto se desarrolla mediante tecnologías de industrialización empleando un sistema mixto de componentes 3D y 2D. Los módulos 3D son portantes y configuran estancias completas, los elementos 2D son elementos multicapas planos (suelo, techos y paredes) listos para ser ensamblados en obra y acotar el ámbito habitable.

Edificio = módulo 3D + elemento 2D + módulo 3D

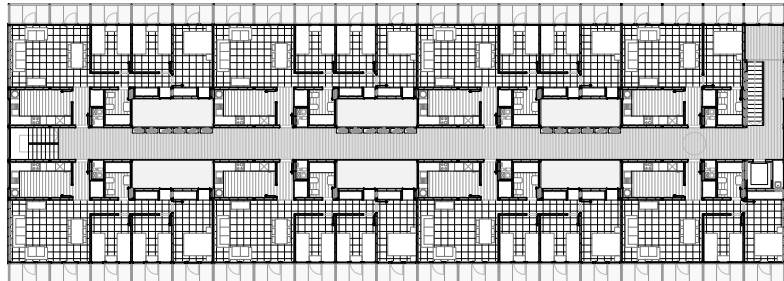




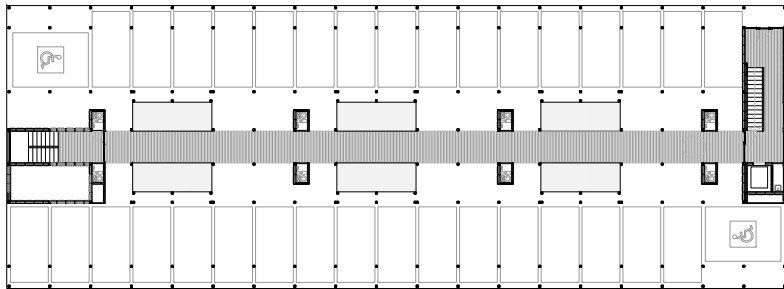
PLANTA DE CUBIERTAS



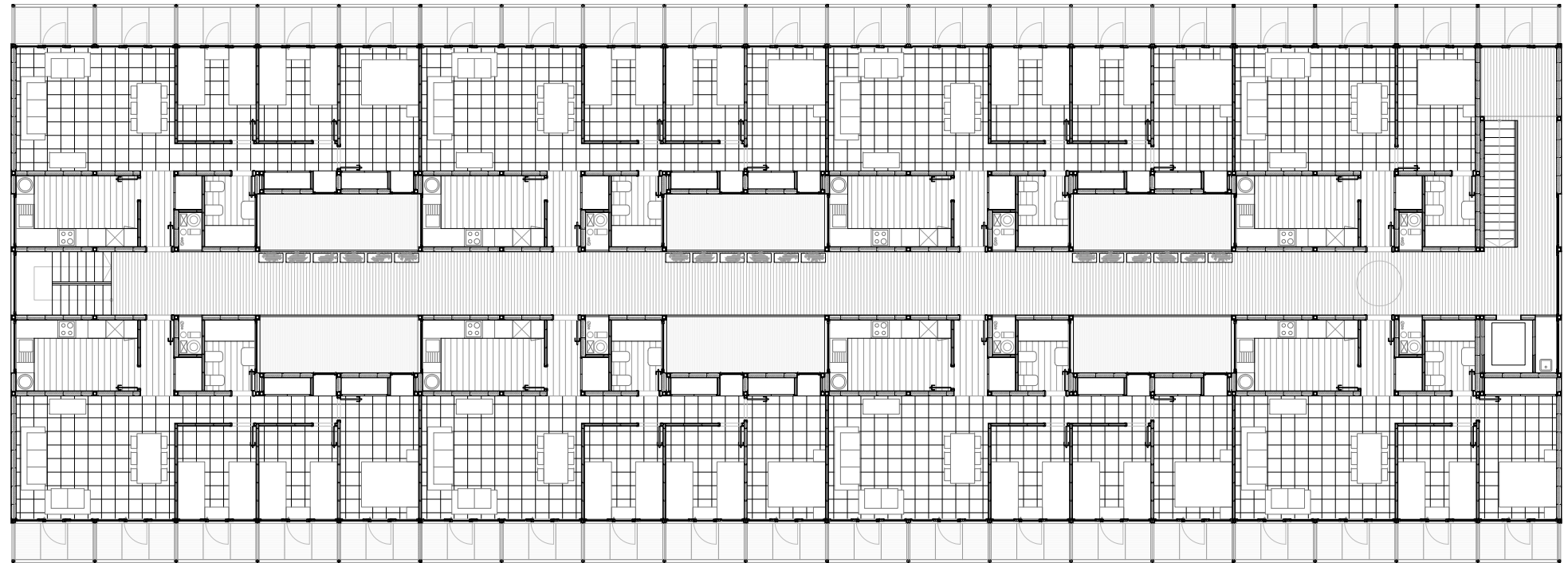
PLANTA TERCERA

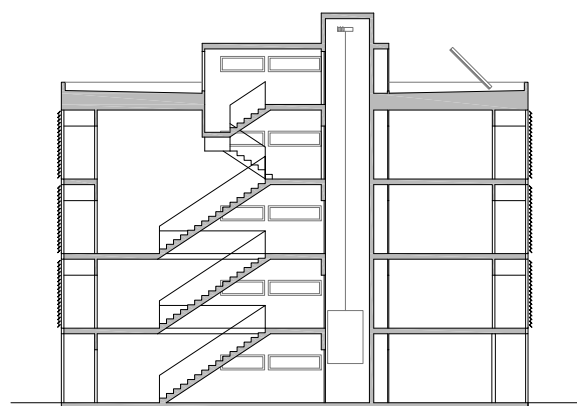


PLANTA TIPO

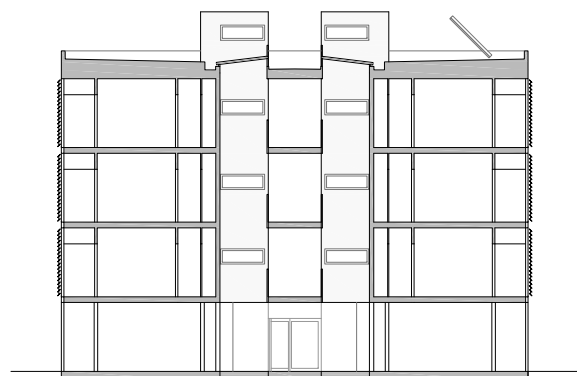


PLANTA BAJA

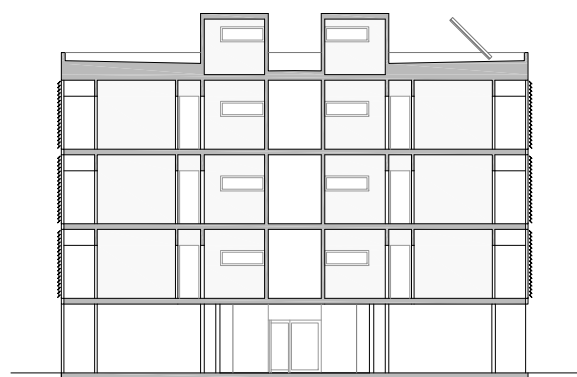




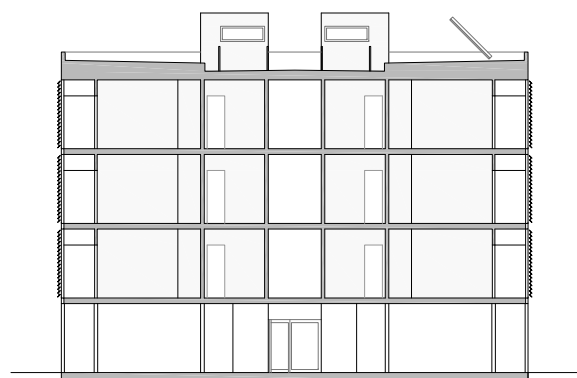
SECCIÓN POR ESCALERAS - A



SECCIÓN POR PATIO - B



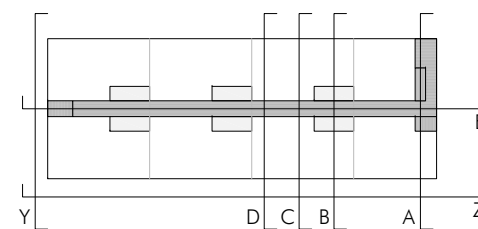
SECCIÓN POR BAÑO - C



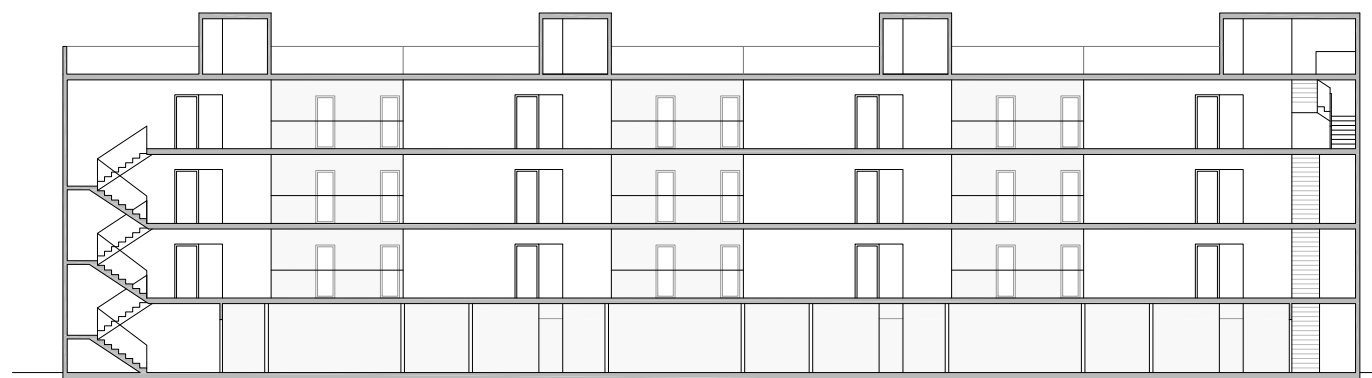
SECCIÓN POR COCINA - D



ALZADO LATERAL - Y



ALZADO PRINCIPAL - Z



SECCIÓN LONGITUDINAL - E

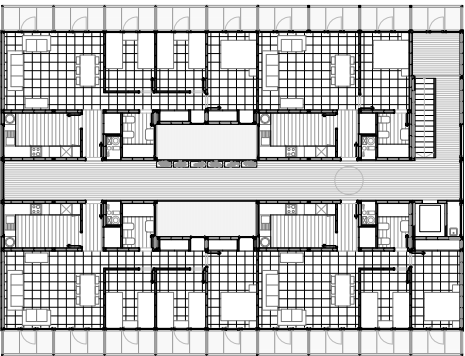


ESTUDIO DE AMPLIACIÓN

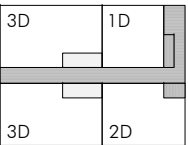
La ampliación de la edificación en sentido longitudinal se realiza incrementando el número de elementos 2D y 3D. El límite de crecimiento lo imponen el cumplimiento de las normativas.

CTE - DB-SI
con 2 salidas, el DB-SI permite hasta 50m a una salida de planta (con esta condición exclusivamente el edificio sería más largo)

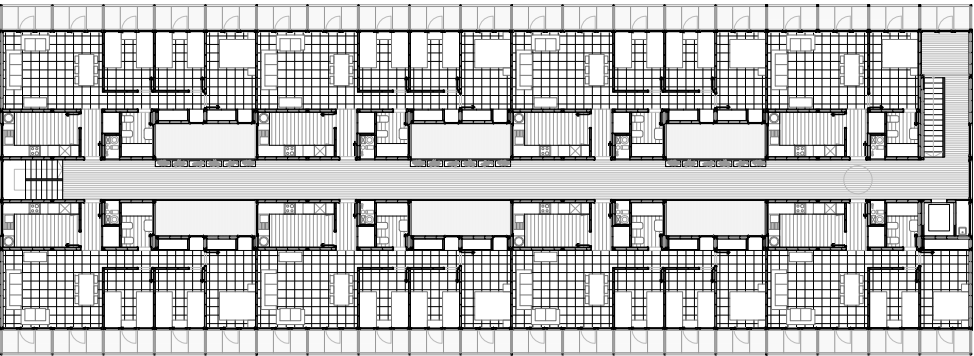
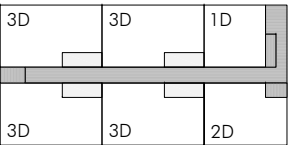
PGOU - Sevilla
un ascensor cada 30 viv o fracción superior a 15



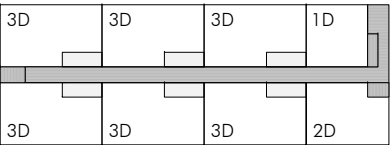
PLANTA CON 4 VIVIENDAS



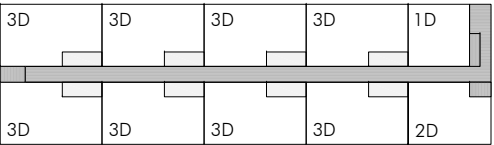
PLANTA CON 6 VIVIENDAS

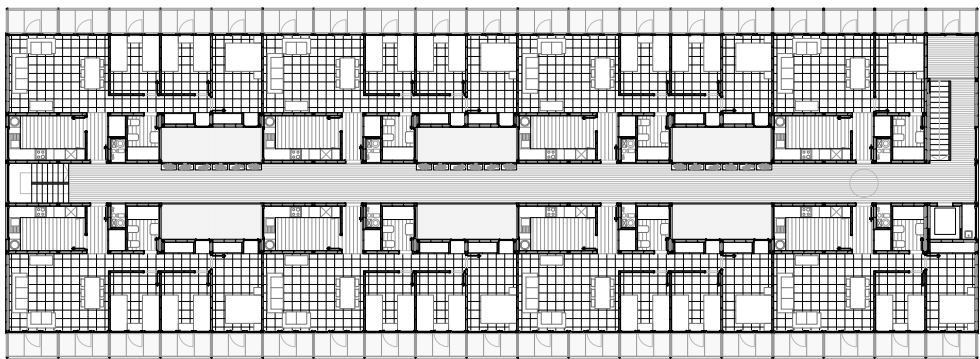


PLANTA CON 8 VIVIENDAS

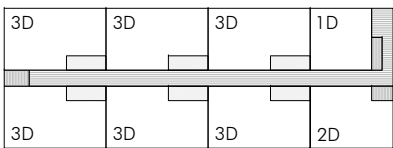


PLANTA CON 10 VIVIENDAS





PLANTA TIPO A



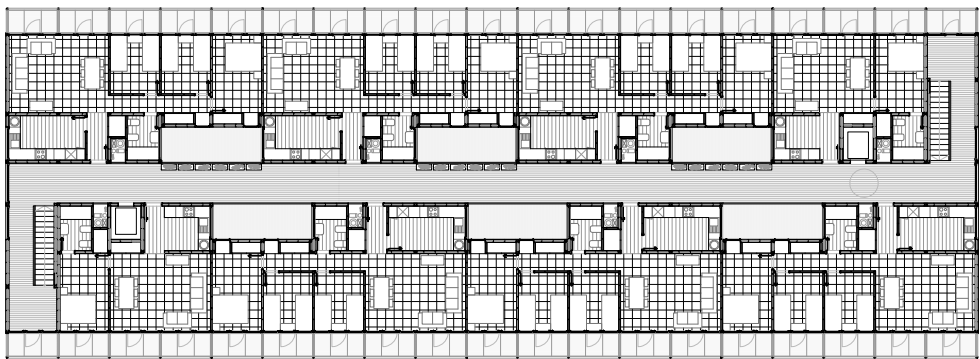
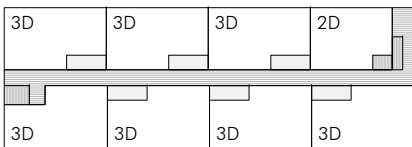
VARIACIÓN TIPOLOGICA

El esquema 3D+2D+3D permite la combinación de diferentes tipos de vivienda dentro del mismo edificio (1D, 2D, 3D y 4D).

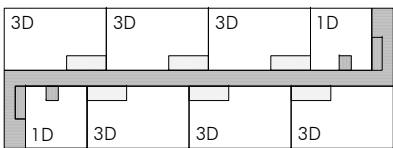
También es posible establecer diferentes puntos de comunicación vertical.



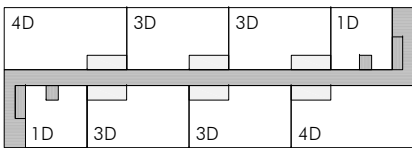
PLANTA TIPO B

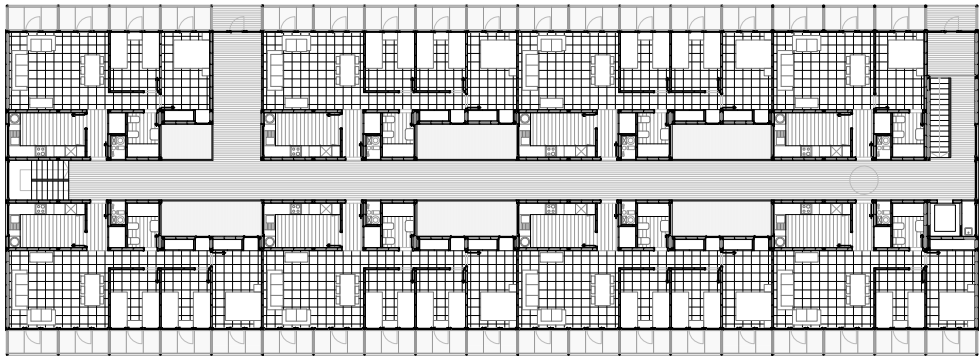


PLANTA TIPO C

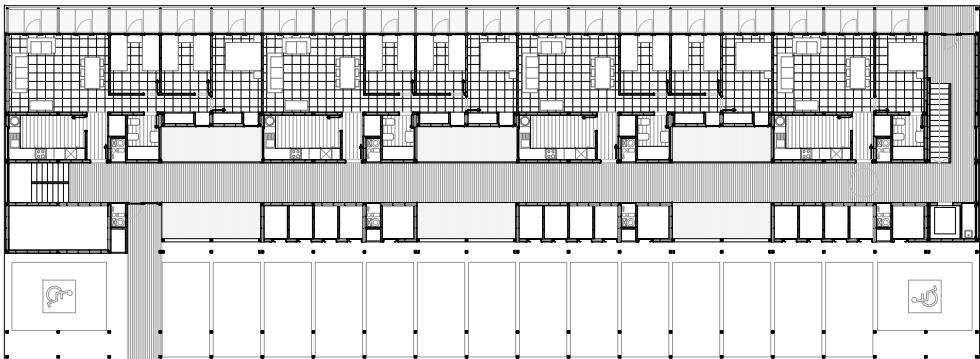


PLANTA TIPO D

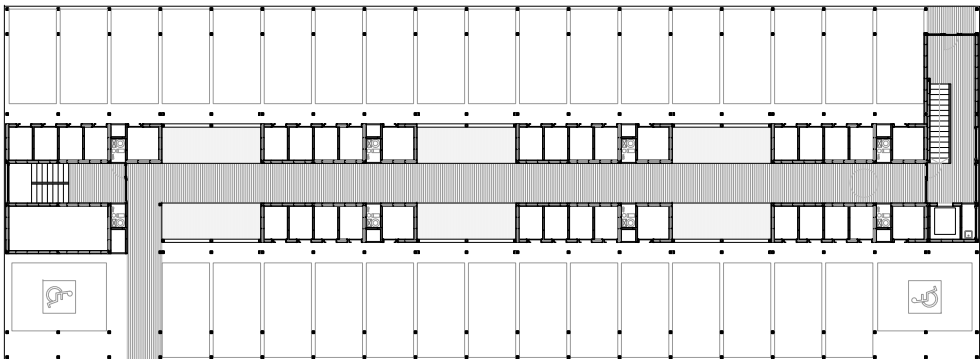




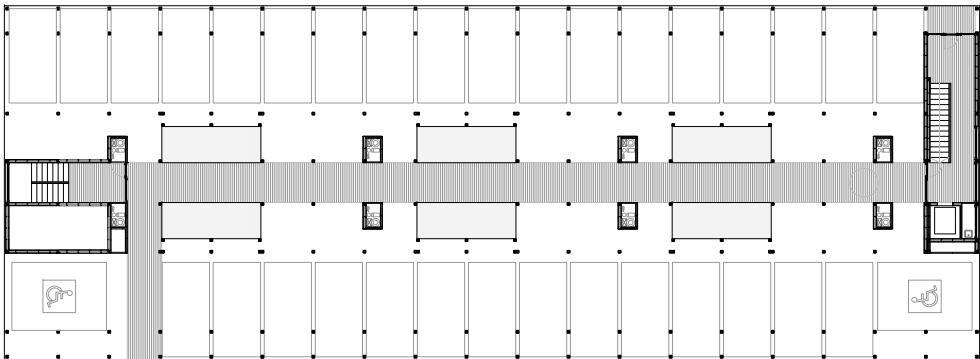
PLANTA BAJA TIPO 1
USOS DE VIVIENDAS



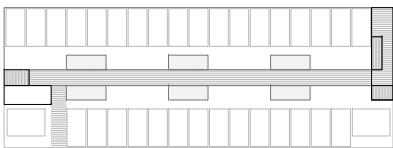
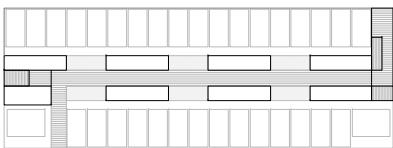
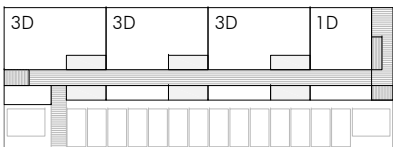
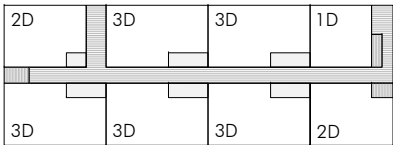
PLANTA BAJA TIPO 2
USO MIXTO VIVIENDA Y APARCAMIENTOS



PLANTA BAJA TIPO 3
APARCAMIENTO CON TRASTEROS



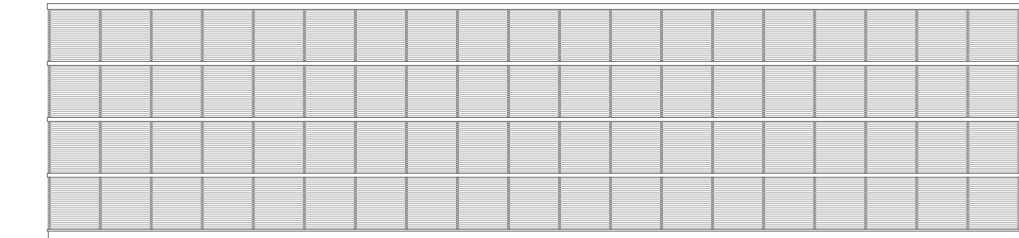
PLANTA BAJA TIPO 4
APARCAMIENTO DIÁFANO



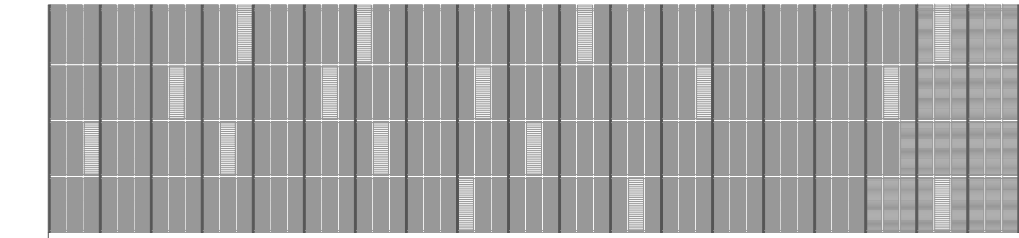
OPCIONES DE LA PLANTA BAJA

La ordenación en bandas longitudinales se traslada también a la planta baja donde, además de viviendas, se pueden ubicar los vestíbulos de acceso, los locales de contadores, trasteros y el aparcamiento que es accesible perimetralmente.

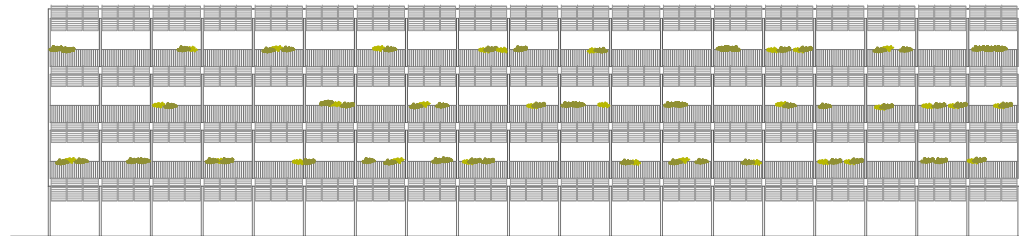
Se plantean varias opciones de distribución de planta baja con distintas posibilidades de usos, desde un uso intensivo de viviendas a uno diáfano con dos pasos intermedios .



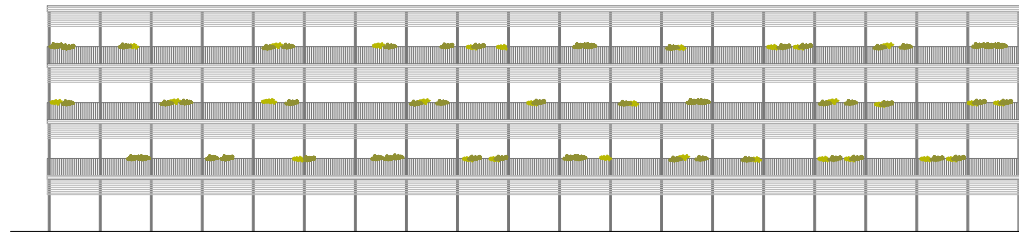
ALZADO TIPO 1
LAMAS HORIZONTALES



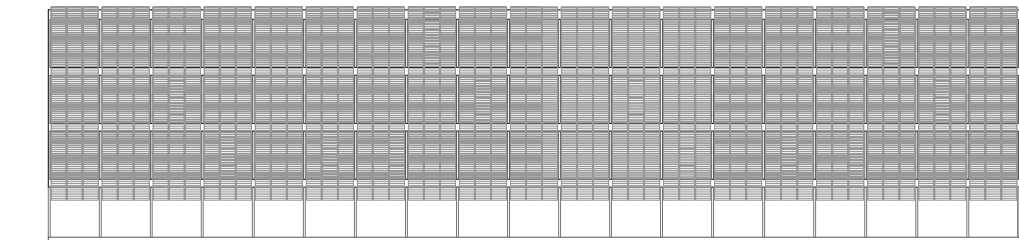
ALZADO TIPO 2
CELOSÍA DE LAMAS REGULABLES



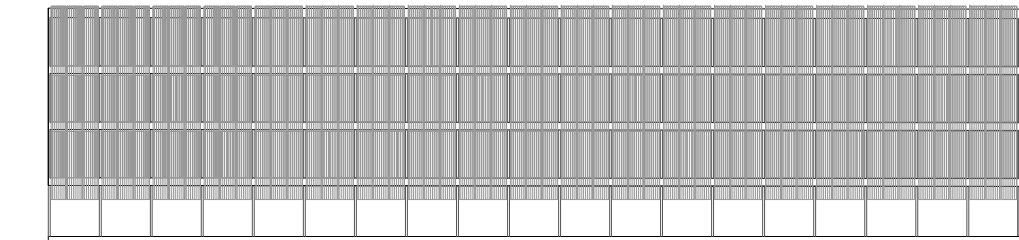
ALZADO TIPO 3
LAMAS REGULABLES Y BALCONES AJARDINADOS



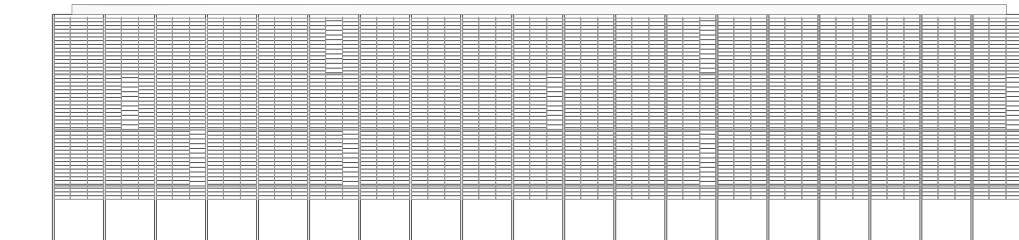
ALZADO TIPO 4
LAMAS FIJAS Y BALCONES AJARDINADOS



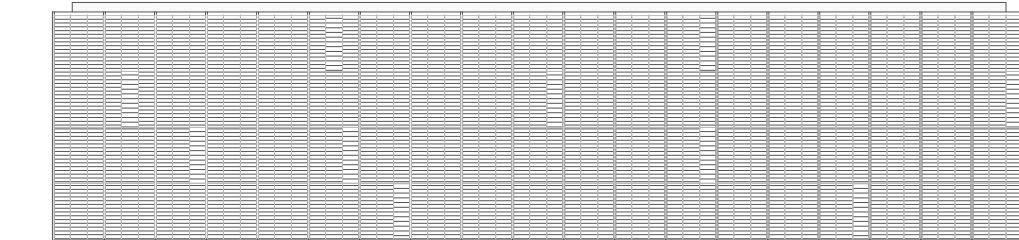
ALZADO TIPO 5
MÓDULOS DE CELOSÍA DE LAMAS HORIZONTALES



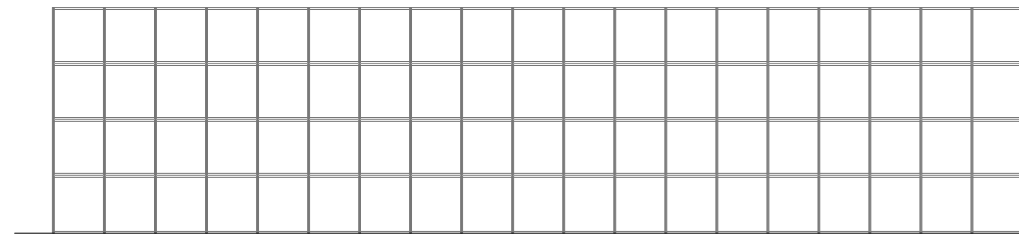
ALZADO TIPO 6
MÓDULOS DE CELOSÍA DE LAMAS VERTICALES



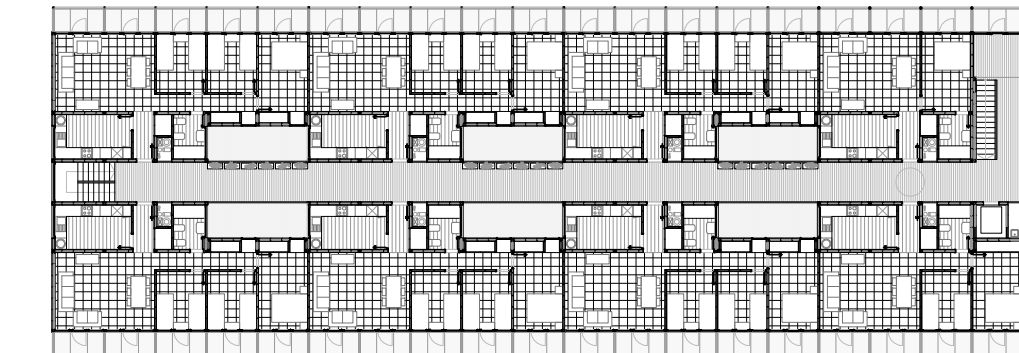
ALZADO - CELOSÍA PRACTICABLE DE LAMAS REGULABLES - PERMEABLE PARA EL GARAJE



ALZADO - CELOSÍA PRACTICABLE DE LAMAS REGULABLES - BASAMENTO RETRANQUEADO

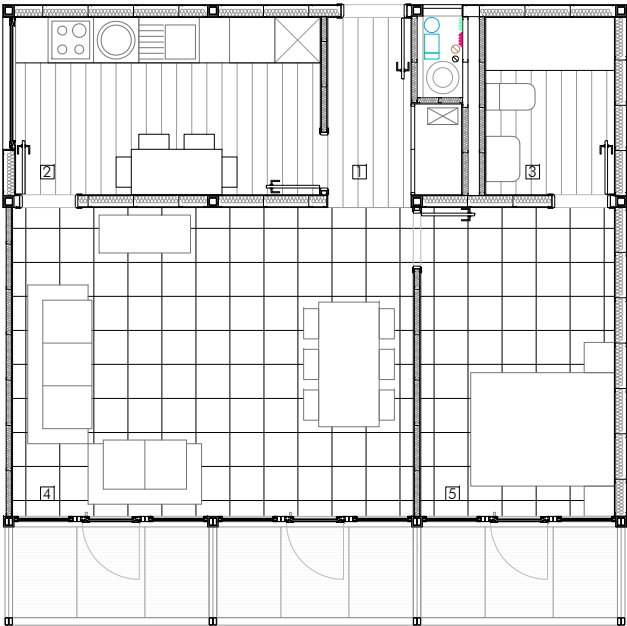
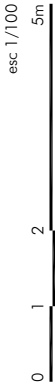


ALZADO BASE - ESTRUCTURA



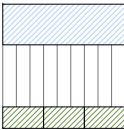
PLANTA TIPO





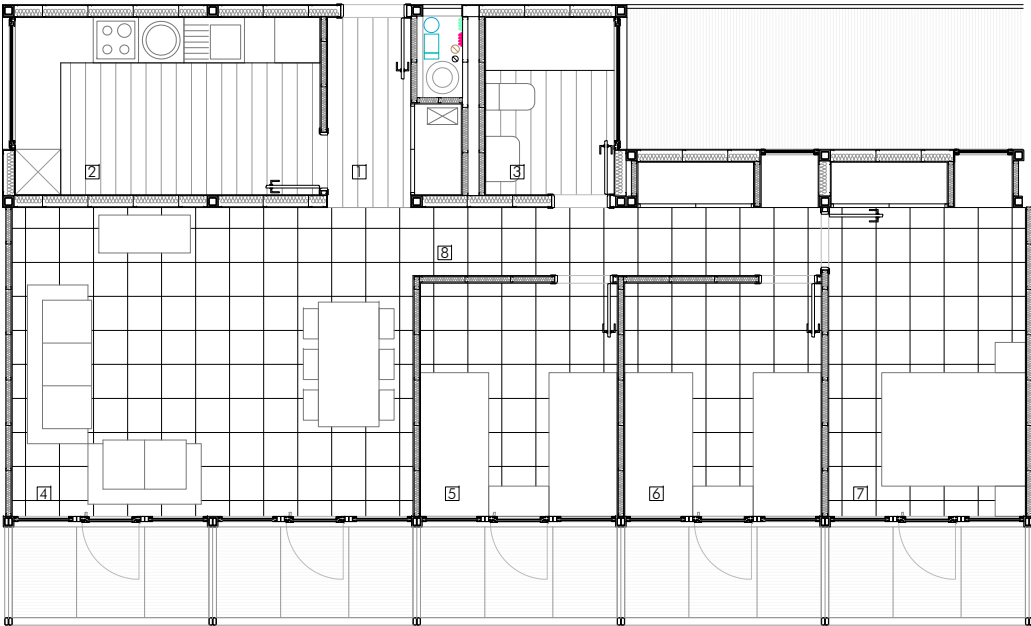
SUPERFICIES

1. VESTÍBULO	2.77 m2
2. COCINA	9.45 m2
3. BAÑO	4.00 m2
4. ESTANCIA-COMEDOR	21.65 m2
5. DORMITORIO 1	10.65 m2
TOTAL SUP. ÚTIL	48.52 m2



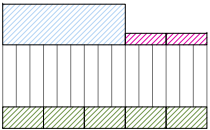
VIVIENDA 1 DORMITORIOS

módulo cocina-baño	1 ud
módulo fachada	3 uds
módulo armario	- uds
módulo 2D (forjado)	9 uds



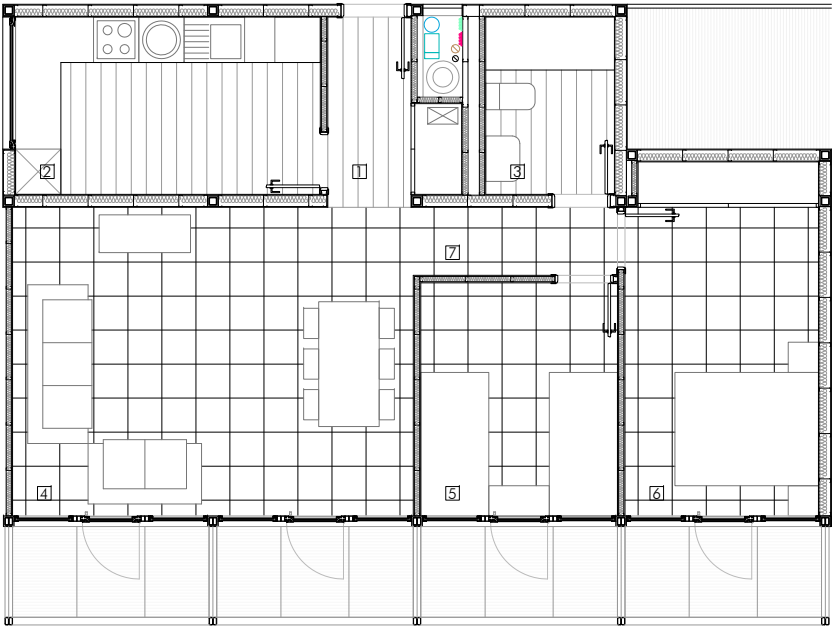
SUPERFICIES

1. VESTÍBULO	2.77 m2
2. COCINA	9.45 m2
3. BAÑO	4.00 m2
4. ESTANCIA-COMEDOR	21.65 m2
5. DORMITORIO 1	8.09 m2
6. DORMITORIO 2	8.09 m2
7. DORMITORIO 3	10.65 m2
8. DISTRIBUIDOR	4.86 m2
TOTAL SUP. ÚTIL	69.56 m2



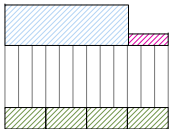
VIVIENDA 3 DORMITORIOS

módulo cocina-baño	1 ud
módulo fachada	5 uds
módulo armario	2 uds
módulo 2D (forjado)	15 uds



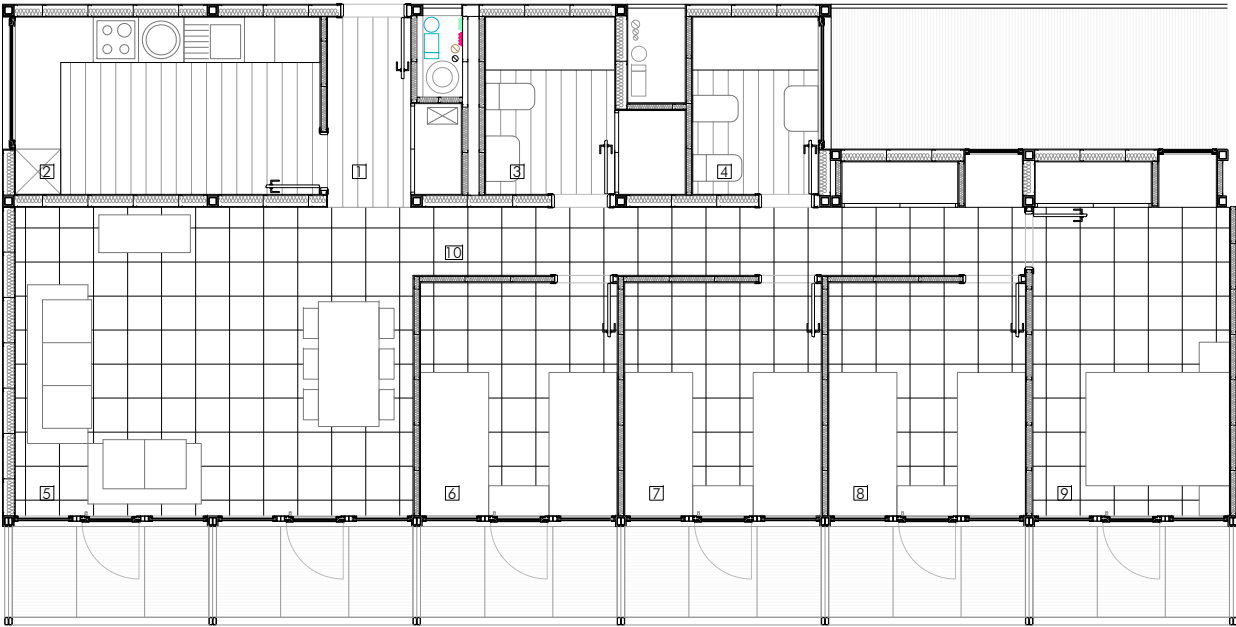
SUPERFICIES

1. VESTÍBULO	2.77 m2
2. COCINA	9.45 m2
3. BAÑO	4.00 m2
4. ESTANCIA-COMEDOR	21.65 m2
5. DORMITORIO 1	8.09 m2
6. DORMITORIO 2	10.65 m2
7. DISTRIBUIDOR	2.46 m2
TOTAL SUP. ÚTIL	59.07 m2



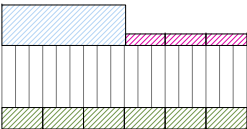
VIVIENDA 2 DORMITORIOS

módulo cocina-baño	1 ud
módulo fachada	4 uds
módulo armario	1 uds
módulo 2D (forjado)	12 uds



SUPERFICIES

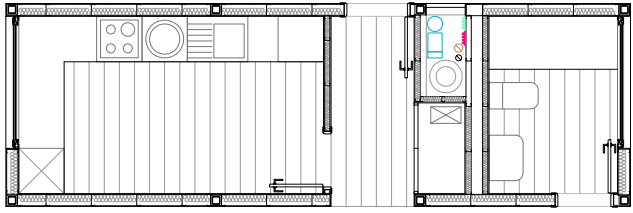
1. VESTÍBULO	2.77 m2
2. COCINA	9.45 m2
3. BAÑO	4.00 m2
4. BAÑO	4.00 m2
5. ESTANCIA-COMEDOR	21.65 m2
6. DORMITORIO 1	8.09 m2
7. DORMITORIO 2	8.09 m2
8. DORMITORIO 3	8.09 m2
9. DORMITORIO 4	10.65 m2
10. DISTRIBUIDOR	7.28 m2
TOTAL SUP. ÚTIL	84.07 m2



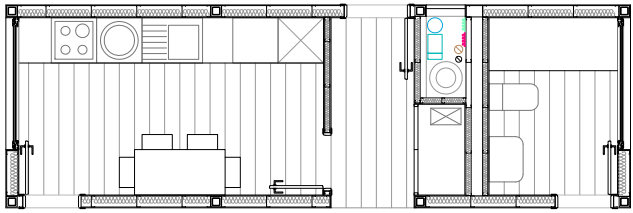
VIVIENDA 4 DORMITORIOS

módulo cocina-baño	1 ud
módulo fachada	6 uds
módulo armario	3 uds
módulo 2D (forjado)	18 uds

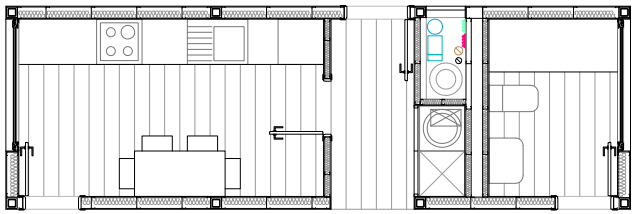
esc 1/100
0 1 2 5m



MOD COCINA 1A



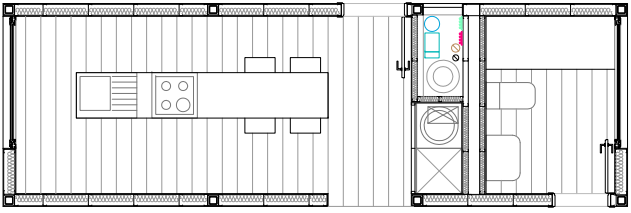
MOD COCINA 1B



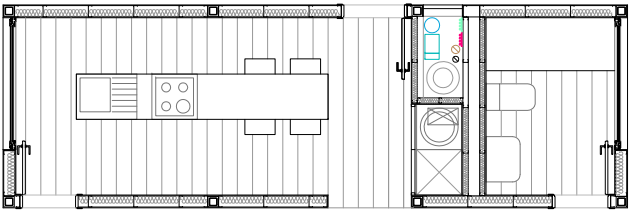
MOD COCINA 1C

MÓDULO INTERIOR - COCINA BAÑO
MOD COCINA 1 - Encimera hacia el exterior

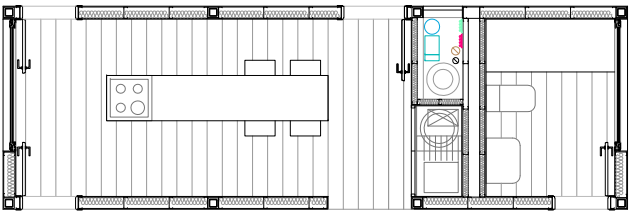
- encimera corrida que pasa por debajo de la ventana permite una amplia zona de trabajo
- mesa auxiliar con paso secundario
- la puerta en el centro optimiza las circulaciones



MOD COCINA 2A



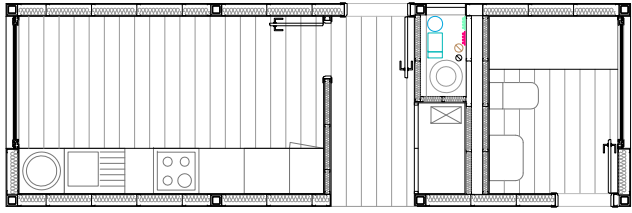
MOD COCINA 2B



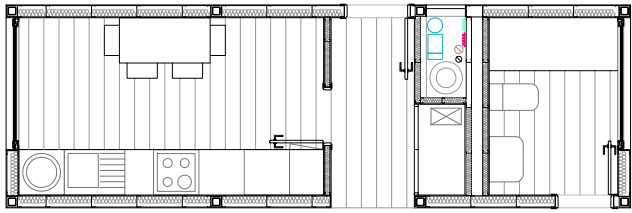
MOD COCINA 2C

MÓDULO INTERIOR - COCINA BAÑO
MOD COCINA 2 - Encimera central

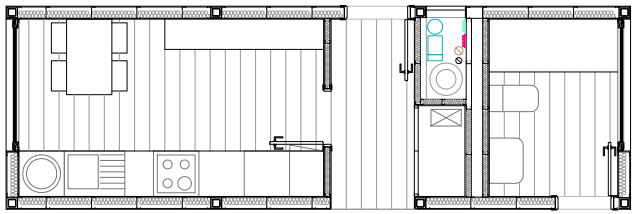
- la cocina y el vestíbulo se unifican en un mismo espacio
- la encimera y mesa de cocina se conforman de manera integrada
- los elementos que necesitan agua pueden disponerse en la cabina de la entrada



MOD COCINA 3A



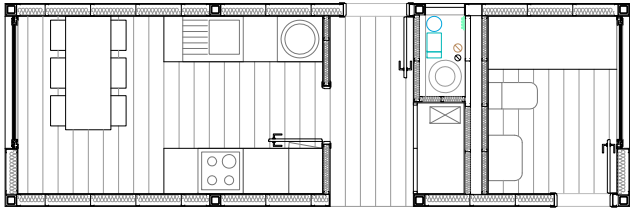
MOD COCINA 3B



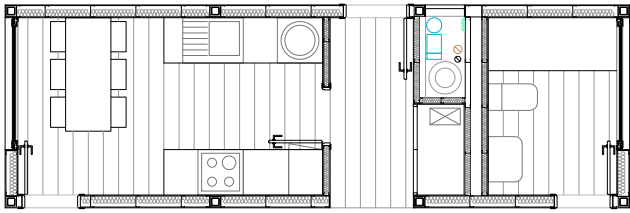
MOD COCINA 3C

MÓDULO INTERIOR - COCINA BAÑO
MOD COCINA 3 - Encimera hacia el interior

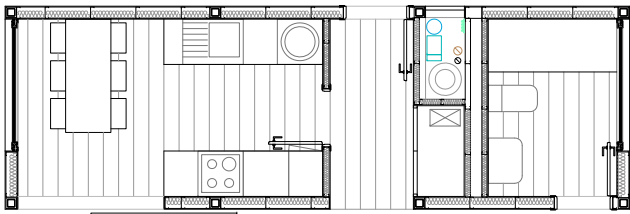
- el frente de ventana queda limpio, sin obstáculos
- permite una distribución que incluye mesa de cocina y mueble auxiliar
- no es fácil la apertura de una puerta auxiliar



TIPO 4A



TIPO 4B



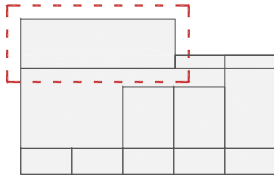
TIPO 4C

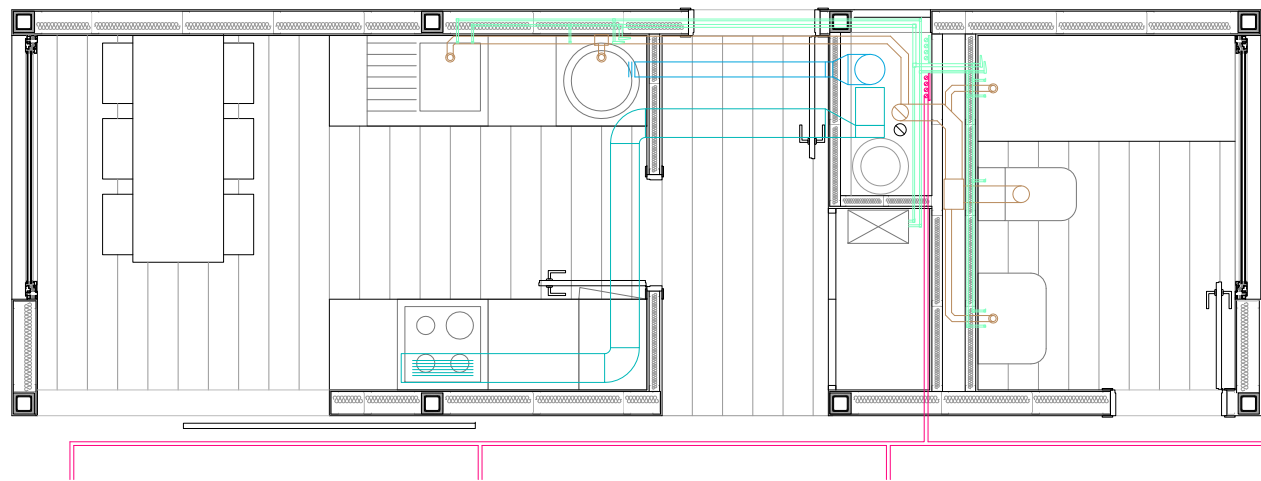
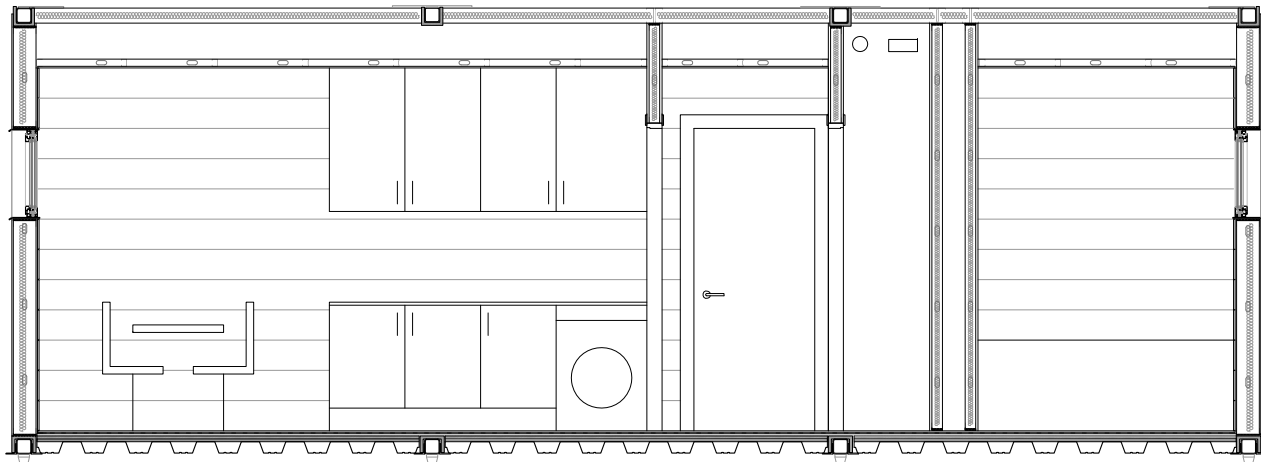
MÓDULO INTERIOR - COCINA BAÑO
TIPO 4 - Encimera enfrentada

- la encimera enfrentada permite la disposición de una mesa de mayores dimensiones
- esta solución da varias opciones en la amplitud de la puerta adicional

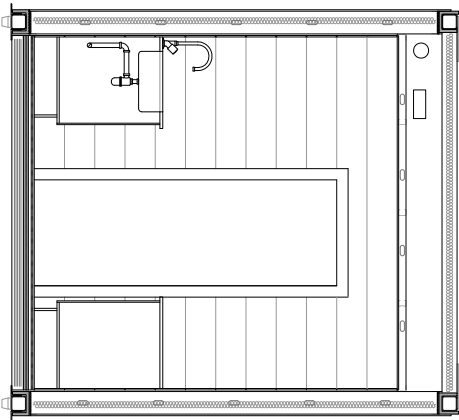
LEYENDA DE EQUIPAMIENTO DE COCINA

FREGADERO (1x80, 1x100)		ALMACÉN ÚTILES LIMPIEZA	
PLACA DE COCCIÓN		TENEDERO (en la cubierta)	
DESPENSA		CALDERA INSTANTÁNEA	
NEVERA		CONDUCTO INSTALACIONES	
LAVADORA		ventilación cocina y vivienda, saneamiento y chimenea caldera	





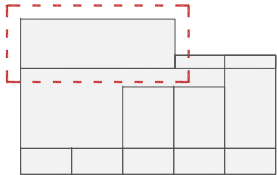
MÓDULO INTERIOR - COCINA BAÑO
Detalle constructivo y de instalaciones



- LEYENDA
- Saneamiento vivienda
 - Saneamiento pluviales
 - Abastecimiento
 - Baja Tensión
 - Ventilación vivienda
 - Extracción cocina
 - Evacuación humos caldera

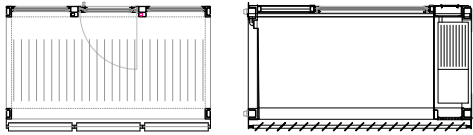
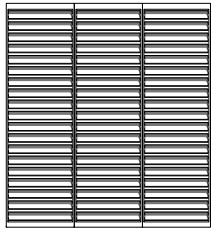
esc 1/100
0 1 2 5m

- LEYENDA DE EQUIPAMIENTO DE COCINA
- | | | | |
|-------------------------|--|---|--|
| FREGADERO (1x80, 1x100) | | ALMACÉN ÚTILES LIMPIEZA | |
| PLACA DE COCCIÓN | | TENDEDERO (en la cubierta) | |
| DESPENSA | | CALDERA INSTANTÁNEA | |
| NEVERA | | CONDUCTO INSTALACIONES | |
| LAVADORA | | ventilación cocina y vivienda, saneamiento y chimenea caldera | |

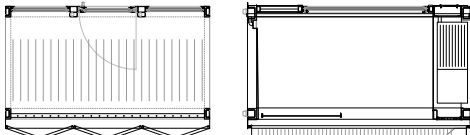
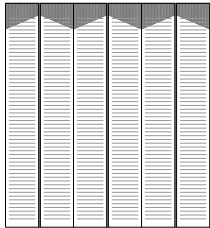


MÓDULO FACHADA - SOPORTE CLIMÁTICO

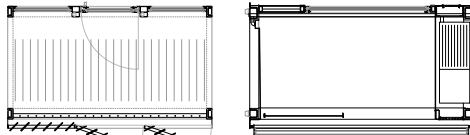
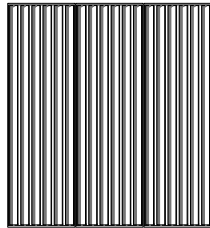
Una fachada con espesor que resuelve el comportamiento climático con el exterior. Además de su uso como terraza, la fachada permite filtrar los flujos que la atraviesan, como son el agua, el aire, el ruido, la luz, las vistas, el calor. Están equipados con lamas regulables y unidades compactas de climatización.



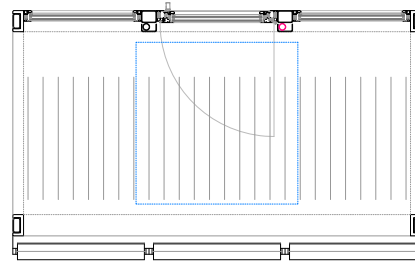
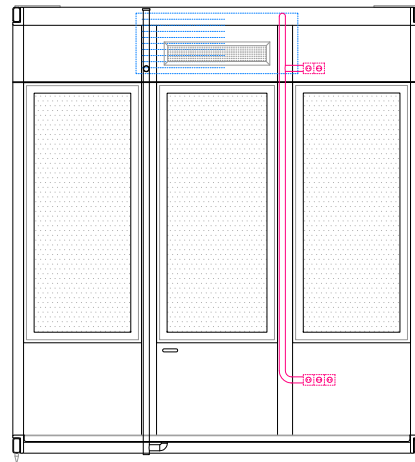
MOD FACHADA 1: con lamas horizontales regulables



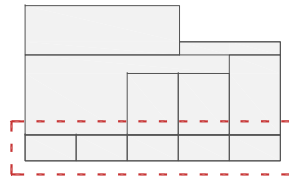
MOD FACHADA 2: celosía de chapa perforada



MOD FACHADA 3: celosía practicable de lamas verticales regulables

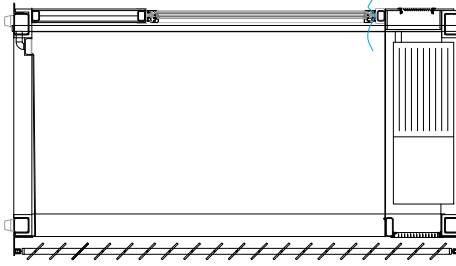


MÓDULO FACHADA - SOPORTE CLIMÁTICO
Detalle constructivo y de instalaciones



LEYENDA

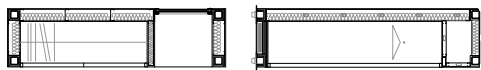
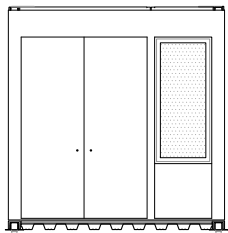
Saneamiento pluviales
Baja Tensión
Climatización
Ventilación vivienda



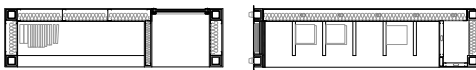
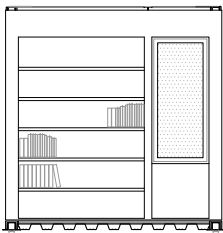
esc 1/100
0 1 2 5m

MÓDULO ALMACÉN - ESPACIO DE GUARDADO

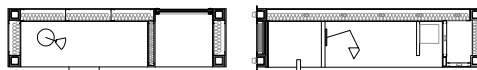
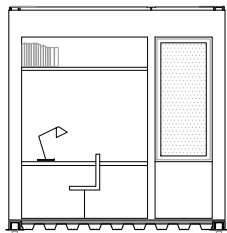
El modulo almacén garantiza un espacio para todos los tipos de guardado y almacenaje: armario, trastero despensa, ropero. Incluso permite la disposición de un pequeño escritorio.



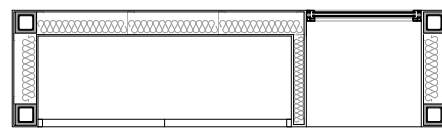
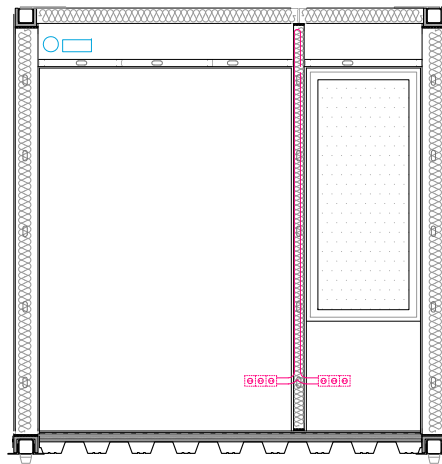
MOD ALMACÉN 1: armario



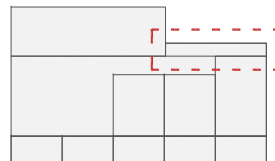
MOD ALMACÉN 2: estantería



MOD ALMACÉN 3: escritorio



MÓDULO ALMACÉN
Detalle constructivo y de instalaciones



LEYENDA

Baja Tensión
Ventilación vivienda



FLEXIBILIDAD TIPOLOGICA

- El prototipo previsto se adapta a las necesidades de los ocupantes
- La distribución es versátil y transformable



TIPO A - Pareja



TIPO D - Espacio adicional (abuelo, au-pair, adolescente)



TIPO G - Estudiantes



TIPO B - Familia con niños



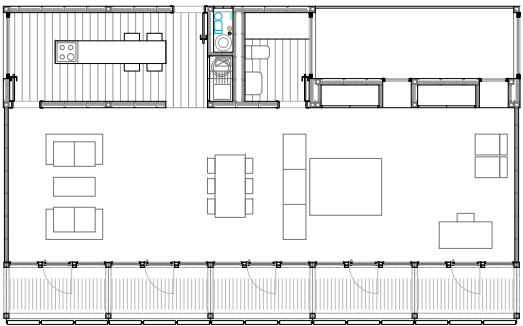
TIPO E - Espacio adicional con entrada independiente (oficina)



TIPO H - Oficina



TIPO C - Ancianos con cuidador



TIPO F - Loft urbano



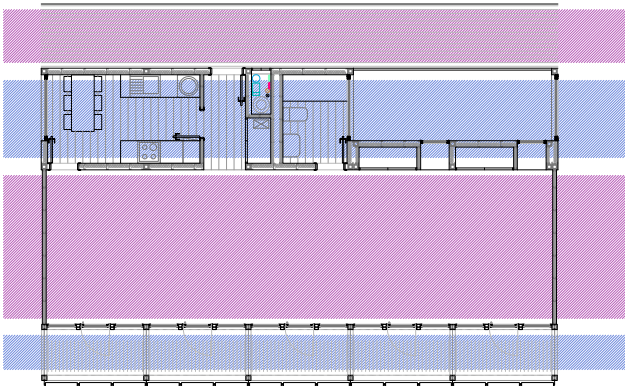
TIPO I - Espacio diáfano

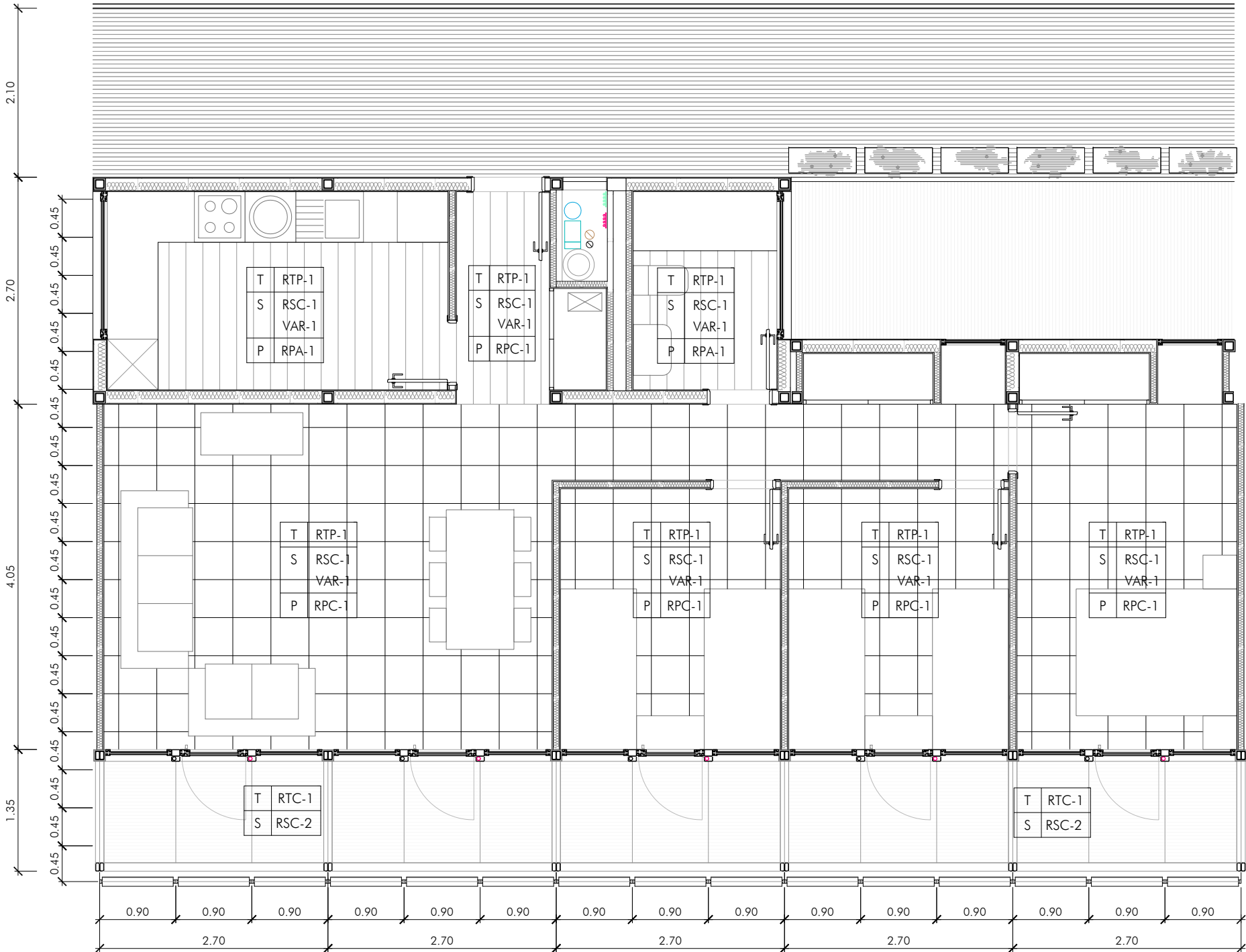
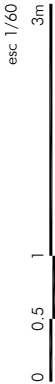
B02 - BANDA DE USO COLECTIVO

A02 - SOPORTE DE SERVICIO TECNIFICADO

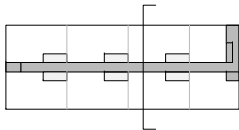
B01 - BANDA USO PARTICULAR GENÉRICA

A01 - SOPORTE CLIMÁTICO TECNIFICADO

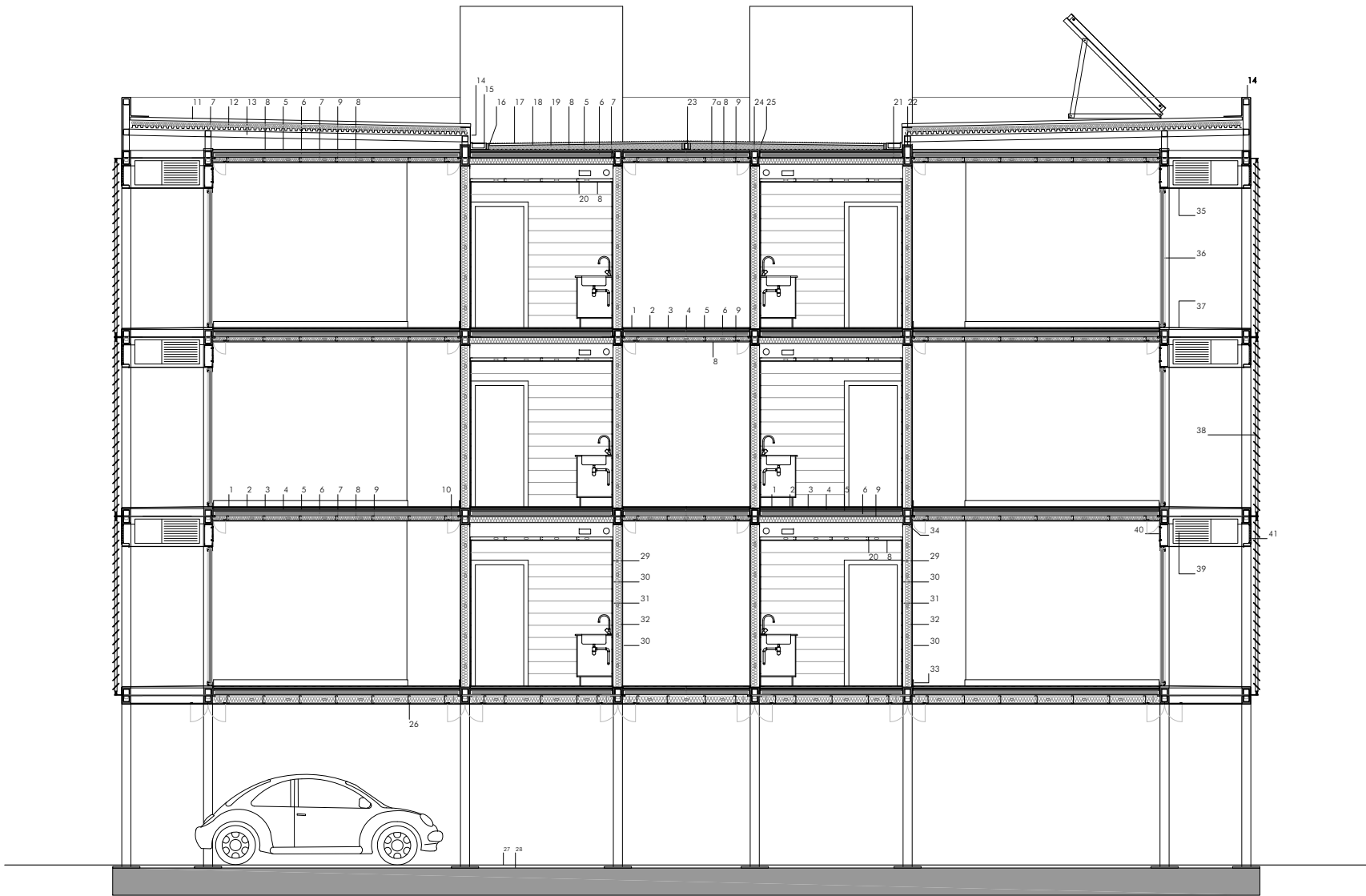




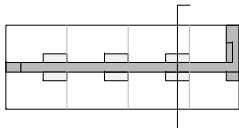
- REVESTIMIENTOS DE SUELOS
- RSC-1 REVESTIMIENTO DE SUELO DE BALDOSAS DE CAUCHO AUTOPOSANTES.
DESPIECE 45 x 45cm
- RSC-2 SUELO DE GALERÍA DE FACHADA DE CHAPA METÁLICA PLEGADA
DE ACERO GALVANIZADO DE 8 mm DE ESPESOR
- VAR-1 RODAPIÉ DE ALUMINIO ANODIZADO DE 2mm DE ESPESOR
- REVESTIMIENTOS DE PAREDES
- RPA-1 ALICATADO DE AZULEJOS CERÁMICOS TIPO "VILAR ÁLBARO",
20x10cm RECIBIDAS CON ADHESIVOS
- RPC-1 PANEL DE CEMENTO REFORZADO CON FIBRAS TIPO HYDRO PANEL
DE EURONIT DE 9mm DE ESPESOR, CON ACABADO DE PINTURA AL SILICATO
- REVESTIMIENTO DE TECHO
- RTP-1 TABLERO DE CARTÓN YESO TIPO "PLADUR FOC" DE 15 mm Y PINTURA AL SILICATO
- RTC-1 REVESTIMIENTO METÁLICO DE CHAPA PLEGADA
DE ACERO GALVANIZADO DE 2 mm



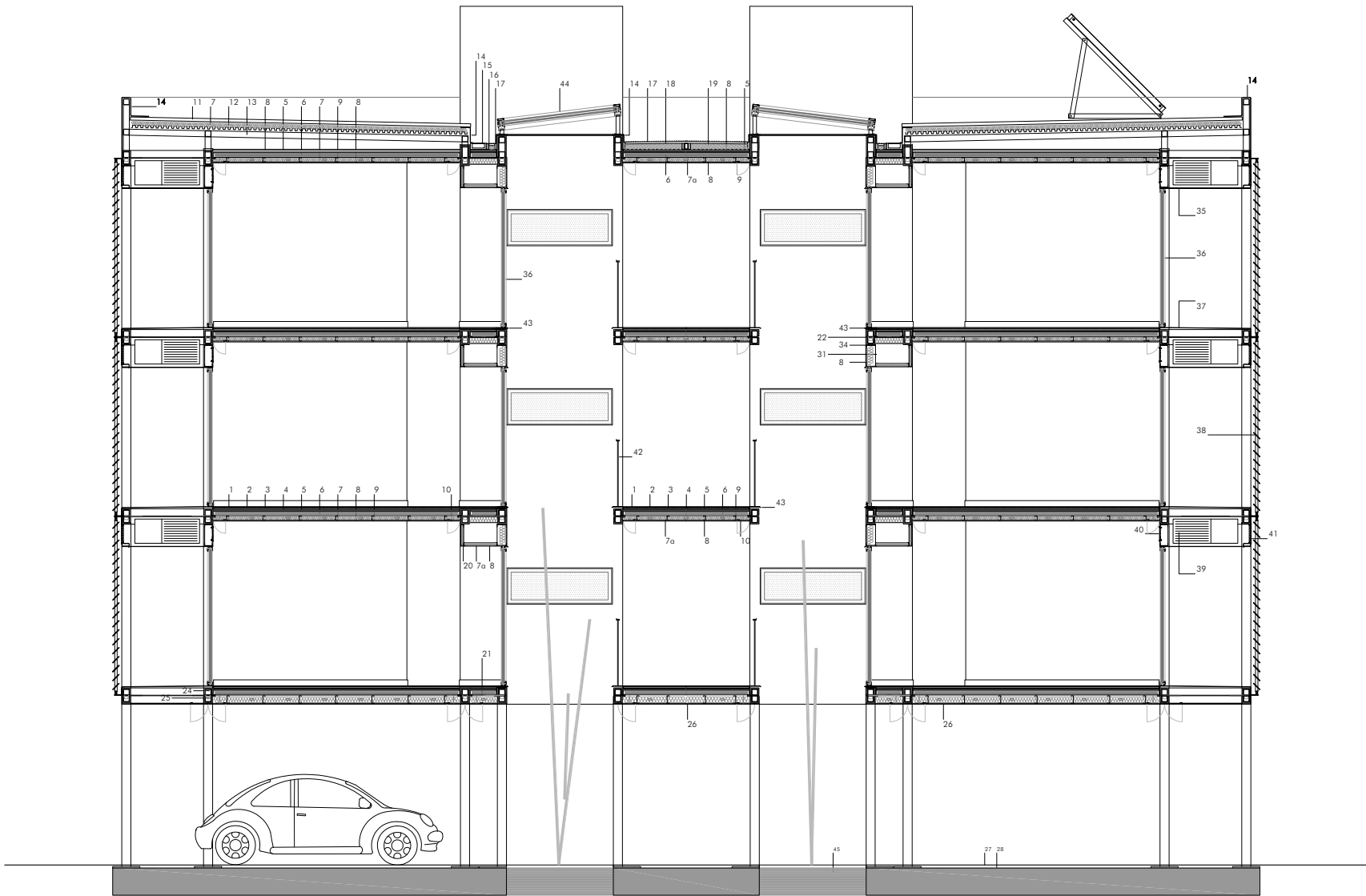
SECCIÓN POR COCINA



1. REVESTIMIENTO DE SUELO DE BALDOSAS DE CAUCHO AUTOPOSANTES. DESPIECE 45 x 45cm
2. TABLERO OSB DE 2 cms DE ESPESOR
3. LÁMINA ANTI-IMPACTO
4. TABLERO DE CARTÓN YESO TIPO "PLACOFAM PP" DE 15 mm DE ESPESOR
5. CAPA DE LANA DE ROCA DE ALTA DENSIDAD DE 22 mm DE ESPESOR
6. CHAPA NERVADA DE ACERO HT-30 DE 0,6 mm
7. AISLAMIENTO DE LANA DE ROCA DE 70 mm DE ESPESOR
- 7a. AISLAMIENTO DE LANA DE ROCA DE 50 mm DE ESPESOR
8. TABLERO DE CARTÓN YESO TIPO "PLADUR FOC" DE 15 mm
9. SUBESTRUCTURA BIDIRECCIONAL HORIZONTAL DE PERFILES DE ACERO GALVANIZADO DE 70mm, DISPUESTOS CADA 60 cm EN AMBAS DIRECCIONES
10. TRAMPILLA DE REGISTRO TIPO "PLADUR" DE 20 x 20 cms DE DIMENSIÓN
11. CHAPA GRECADA TIPO "EUROMODUL 44" DE EUROPERFIL, DE 0,75 mm DE ESPESOR Y 880 mm DE ANCHO POR 14 m DE LARGO
12. CHAPA ONDULADA TIPO "MINIONDA" DE EUROPERFIL, DE 0,75 mm DE ESPESOR Y 1064 mm DE ANCHO
13. PERFIL TUBULAR 100.5 DE ACERO GALVANIZADO. LAS FIJACIONES Y ENSAMBLES SON MECÁNICAS
14. REMATE DE CHAPA PLEGADA DE ACERO GALVANIZADO DE 1.2 mm DE ESPESOR
15. CANAL DE HORMIGÓN POLÍMERO TIPO ULMA, MODELO M200, ANCHO EXTERIOR 260mm., ANCHO INTERIOR 200mm., Y ALTURA EXTERIOR 100mm., PARA RECOGIDA DE AGUAS PLUVIALES, EN MÓDULOS DE 1 ML. DE LONGITUD. REJILLA DE ACERO GALVANIZADO Y ENTRAMADO NORMAL
16. ELEMENTO MUELLE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO DE 40mm DE ESPESOR
17. LÁMINA DE ALTA RESISTENCIA TÉRMICA DE BETÚN MODIFICADO TIPO "COMPOSAN", DE MASA NOMINAL 5kg/m2, ARMADURA DE FIELTRO DE POLIÉSTER REFORZADO Y ESTABILIZADO DE 150 g/m2, TERMINACIÓN ANTIADHERENTE DE FILM DE POLIETILENO EN LA CARA INFER. Y AUTOPROTECCIÓN MINERAL EN LA CARA SUPER.
18. CAPA DE REGULARIZACIÓN DE MORTERO DE CEMENTO M-4 DE 3 cm DE ESPESOR
19. FORMACIÓN DE PENDIENTE CON RELLENO ALIGERADO DE ARLITA
20. SUBESTRUCTURA BIDIRECCIONAL HORIZONTAL DE PERFILES DE ACERO GALVANIZADO DE 48mm, DISPUESTOS CADA 60 cm EN AMBAS DIRECCIONES
21. PLACA DE ANCLAJE DE ACERO GALVANIZADO
22. CAJEADO DE PLACA RESISTENTE AL FUEGO R-60 TIPO "PROMATECT 200" DE PROMAT
23. PERFIL TUBULAR DE ACERO GALVANIZADO PARA GUÍAS DE FORMACIÓN DE PENDIENTE
24. PERFILES TUBULARES DE ACERO GALVANIZADO FIJADOS MECÁNICAMENTE
25. PERFIL DE APOYO Y MONTAJE TRONCOCÓNICO DE ACERO GALVANIZADO
26. PLACA RESISTENTE AL FUEGO R-60 TIPO "PROMATECT 100" DE PROMAT
27. SOLERA DE HORMIGÓN CON TRATAMIENTO SUPERFICIAL A BASE DE SÍLICE, CORINDÓN Y CUARZO, COLOREADO EN MASA. REFUERZO DE FIBRA MULTIFILAMENTADA
28. CIMENTACIÓN MEDIANTE LOSA DE HORMIGÓN DE RETRACCIÓN MODERADA, CON HIDROFUGACIÓN MEDIANTE COLMATADOR DE POROS
29. ALICATADO DE AZULEJOS CERÁMICOS TIPO "VILAR ÁLBARO", 20x10cm RECIBIDAS CON ADHESIVOS
30. PANEL DE CEMENTO REFORZADO CON FIBRAS TIPO HYDROPANEL DE EURONIT DE 9mm DE ESPESOR
31. SUBESTRUCTURA AUTOPORTANTE VERTICAL DE PERFILES DE ACERO GALVANIZADO DE 150mm, DISPUESTOS CADA 60 cm
32. AISLAMIENTO DE LANA DE ROCA DE 70 mm DE ESPESOR
33. RODAPIÉ DE ALUMINIO ANODIZADO DE 2mm DE ESPESOR
34. BANDA ESTANCA DE POLIETILENO FÍSICAMENTE RETICULADO DE CÉLULA CERRADA TIPO "PLADUR"
35. REVESTIMIENTO METÁLICO DE CHAPA PLEGADA DE ACERO GALVANIZADO DE 2 mm
36. CARPINTERÍA METÁLICA DE ALUMINIO ANODIZADO CON ROTURA DE PUENTE TÉRMICO Y VIDRIO LAMINAR CON CÁMARA DE AIRE. BAJA EMISIÓN. (4+4+16+4+4)
37. SUELO DE GALERÍA DE FACHADA DE CHAPA METÁLICA PLEGADA DE ACERO GALVANIZADO DE 8 mm DE ESPESOR
38. CELOSÍA METÁLICA PRACTICABLE DE LAMAS HORIZONTALES REGULABLES DE 150 mm DE ANCHO, DE ALUMINIO ANODIZADO
39. UNIDAD COMPACTA DE CLIMATIZACIÓN
40. REJILLA DE ALUMINIO ANODIZADO DE IMPULSIÓN DE AIRE
41. REJILLA DE ALUMINIO ANODIZADO DE ADMISIÓN DE AIRE
42. BARANDILLA DE ACERO GALVANIZADO FORMADA POR PASAMANOS CONSTRUIDA CON PLETINA 50.8 mm Y BALAUSTRÉS DE Ø 10 mm
43. FORMACIÓN DE GOTERÓN DE CHAPA DE ACERO GALVANIZADO DE 1.2mm DE ESPESOR
44. CLARABOYA DE CARPINTERÍA METÁLICA DE ALUMINIO ANODIZADO CON ROTURA DE PUENTE TÉRMICO Y VIDRIO LAMINAR (6+6)
45. ALCORQUE DISPUESTO DE DRENAJE Y RELLENO DE TIERRA VEGETAL



SECCIÓN POR PATIO



1. REVESTIMIENTO DE SUELO DE BALDOSAS DE CAUCHO AUTOPOSANTES. DESPIECE 45 x 45cm
2. TABLERO OSB DE 2 cms DE ESPESOR
3. LÁMINA ANTI-IMPACTO
4. TABLERO DE CARTÓN YESO TIPO "PLACOFAM PP" DE 15 mm DE ESPESOR
5. CAPA DE LANA DE ROCA DE ALTA DENSIDAD DE 22 mm DE ESPESOR
6. CHAPA NERVADA DE ACERO HT-30 DE 0,6 mm
7. AISLAMIENTO DE LANA DE ROCA DE 70 mm DE ESPESOR
- 7a. AISLAMIENTO DE LANA DE ROCA DE 50 mm DE ESPESOR
8. TABLERO DE CARTÓN YESO TIPO "PLADUR FOC" DE 15 mm
9. SUBESTRUCTURA BIDIRECCIONAL HORIZONTAL DE PERFILES DE ACERO GALVANIZADO DE 70mm, DISPUESTOS CADA 60 cm EN AMBAS DIRECCIONES
10. TRAMPILLA DE REGISTRO TIPO "PLADUR" DE 20 x 20 cms DE DIMENSIÓN
11. CHAPA GRECADA TIPO "EUROMODUL 44" DE EUROPERFIL, DE 0,75 mm DE ESPESOR Y 880 mm DE ANCHO POR 14 m DE LARGO
12. CHAPA ONDULADA TIPO "MINIONDA" DE EUROPERFIL, DE 0,75 mm DE ESPESOR Y 1064 mm DE ANCHO
13. PERFIL TUBULAR 100.5 DE ACERO GALVANIZADO. LAS FIJACIONES Y ENSAMBLES SON MECÁNICAS
14. REMATE DE CHAPA PLEGADA DE ACERO GALVANIZADO DE 1.2 mm DE ESPESOR
15. CANAL DE HORMIGÓN POLÍMERO TIPO ULMA, MODELO M200, ANCHO EXTERIOR 260mm., ANCHO INTERIOR 200mm., Y ALTURA EXTERIOR 100mm., PARA RECOGIDA DE AGUAS PLUVIALES, EN MÓDULOS DE 1 ML. DE LONGITUD. REJILLA DE ACERO GALVANIZADO Y ENTRAMADO NORMAL
16. ELEMENTO MUELLE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO DE 40mm DE ESPESOR
17. LÁMINA DE ALTA RESISTENCIA TÉRMICA DE BETÚN MODIFICADO TIPO "COMPOSAN", DE MASA NOMINAL 5kg/m2, ARMADURA DE FIELTRO DE POLIÉSTER REFORZADO Y ESTABILIZADO DE 150 g/m2, TERMINACIÓN ANTIADHERENTE DE FILM DE POLIETILENO EN LA CARA INFER. Y AUTOPROTECCIÓN MINERAL EN LA CARA SUPER.
18. CAPA DE REGULARIZACIÓN DE MORTERO DE CEMENTO M-4 DE 3 cm DE ESPESOR
19. FORMACIÓN DE PENDIENTE CON RELLENO ALIGERADO DE ARLITA
20. SUBESTRUCTURA BIDIRECCIONAL HORIZONTAL DE PERFILES DE ACERO GALVANIZADO DE 48mm, DISPUESTOS CADA 60 cm EN AMBAS DIRECCIONES
21. PLACA DE ANCLAJE DE ACERO GALVANIZADO
22. CAJEADO DE PLACA RESISTENTE AL FUEGO R-60 TIPO "PROMATECT 200" DE PROMAT
23. PERFIL TUBULAR DE ACERO GALVANIZADO PARA GUÍAS DE FORMACIÓN DE PENDIENTE
24. PERFILES TUBULARES DE ACERO GALVANIZADO FIJADOS MECÁNICAMENTE
25. PERFIL DE APOYO Y MONTAJE TRONCOCÓNICO DE ACERO GALVANIZADO
26. PLACA RESISTENTE AL FUEGO R-60 TIPO "PROMATECT 100" DE PROMAT
27. SOLERA DE HORMIGÓN CON TRATAMIENTO SUPERFICIAL A BASE DE SÍLICE, CORINDÓN Y CUARZO, COLOREADO EN MASA. REFUERZO DE FIBRA MULTIFILAMENTADA
28. CIMENTACIÓN MEDIANTE LOSA DE HORMIGÓN DE RETRACCIÓN MODERADA, CON HIDROFUGACIÓN MEDIANTE COLMATADOR DE POROS
29. ALICATADO DE AZULEJOS CERÁMICOS TIPO "VILAR ÁLBARO", 20x10cm RECIBIDAS CON ADHESIVOS
30. PANEL DE CEMENTO REFORZADO CON FIBRAS TIPO HYDROPANEL DE EUONIT DE 9mm DE ESPESOR
31. SUBESTRUCTURA AUTOPORTANTE VERTICAL DE PERFILES DE ACERO GALVANIZADO DE 150mm, DISPUESTOS CADA 60 cm
32. AISLAMIENTO DE LANA DE ROCA DE 70 mm DE ESPESOR
33. RODAPIÉ DE ALUMINIO ANODIZADO DE 2mm DE ESPESOR
34. BANDA ESTANCA DE POLIETILENO FÍSICAMENTE RETICULADO DE CÉLULA CERRADA TIPO "PLADUR"
35. REVESTIMIENTO METÁLICO DE CHAPA PLEGADA DE ACERO GALVANIZADO DE 2 mm
36. CARPINTERÍA METÁLICA DE ALUMINIO ANODIZADO CON ROTURA DE PUENTE TÉRMICO Y VIDRIO LAMINAR CON CÁMARA DE AIRE. BAJA EMISIÓN. (4+4+16+4+4)
37. SUELO DE GALERÍA DE FACHADA DE CHAPA METÁLICA PLEGADA DE ACERO GALVANIZADO DE 8 mm DE ESPESOR
38. CELOSÍA METÁLICA PRACTICABLE DE LAMAS HORIZONTALES REGULABLES DE 150 mm DE ANCHO, DE ALUMINIO ANODIZADO
39. UNIDAD COMPACTA DE CLIMATIZACIÓN
40. REJILLA DE ALUMINIO ANODIZADO DE IMPULSIÓN DE AIRE
41. REJILLA DE ALUMINIO ANODIZADO DE ADMISIÓN DE AIRE
42. BARANDILLA DE ACERO GALVANIZADO FORMADA POR PASAMANOS CONSTRUIDA CON PLETINA 50.8 mm Y BALAUSTRÉS DE Ø 10 mm
43. FORMACIÓN DE GOTERÓN DE CHAPA DE ACERO GALVANIZADO DE 1.2mm DE ESPESOR
44. CLARABOYA DE CARPINTERÍA METÁLICA DE ALUMINIO ANODIZADO CON ROTURA DE PUENTE TÉRMICO Y VIDRIO LAMINAR (6+6)
45. ALCORQUE DISPUESTO DE DRENAJE Y RELLENO DE TIERRA VEGETAL